La figure qui illustre la couverture s'inspire d'un hiéroglyphe représentant l'oeil pénétrant d'Horus, le tout-puissant dieu du ciel de l'ancienne Égypte. Divisé en parties, cet « oeil aérien » servait à calculer les fractions. Curieusement toutefois, plutôt qu'un nombre entier, ou parfait, la somme de ses parties égalait 63/64. De même, le processus de la vérification n'atteindra probablement jamais la perfection.

De nos jours, l'un des éléments essentiels du processus multilatéral de vérification du contrôle des armements est sans doute le système de télédétection qui, déployé dans l'espace, fait figure d'« oeil aérien » discret. Diverses méthodes de vérification, notamment les capteurs aéroportés et au sol, ainsi que certaines formes d'inspection sur place et de surveillance, ajoutent à l'efficacité de ce système basé dans l'espace. Comme l'oeil d'Horus, l'« oeil » de la vérification est la somme de tous ces moyens techniques. Il reste que la vérification matérielle ne constituera pas nécessairement une solution définitive. Il est même probable que le processus continue d'être entaché d'une certaine incertitude. En conséquence, la vérification ne sera adéquate et efficace que si l'on fait appel à l'élément intangible qu'est le jugement, représenté par la partie cachée de l'oeil d'Horus.

Études ponctuelles sur la vérification du contrôle des armements

La Direction du contrôle des armements et du désarmement d'Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada publie occasionnellement des études sur la vérification du contrôle des armements et du désarmement afin de diffuser, dans le cadre des travaux suivis que le ministère effectue dans ce domaine, les résultats de recherches indépendantes réalisées pour le compte de ce dernier.

Les opinions exprimées dans ces rapports sont personnelles et ne reflètent pas nécessairement celles d'Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada ou du gouvernement du Canada.

An English version of this study is available.
To obtain a copy please contact:

Arms Control and Disarmament Division
External Affairs and International Trade Canada
Tower A, 6th Floor
125 Sussex Drive
Ottawa, Ontario
Canada
K1A 0G2

Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada
Cat. N° E54-8/4-1990F
ISBN 0-662-95982-5
ISSN 0840-7983

Mars 1990

ERRATUM

ÉTUDES PONCTUELLES SUR LA VÉRIFICATION
DU CONTRÔLE DES ARMEMENTS Nº 4

Le contrôle des armements conventionnels et le désarmement en Europe: Un modèle pour l'appréciation de l'efficacité du système de vérification

Aux pages 24 et 25, Figures A-2, A-3, A-4 et A-5, les couleurs indiquées dans les cases contenant les légendes devraient être inversées.

Le contrôle des armements conventionnels et le désarmement en Europe : Un modèle pour l'appréciation de l'efficacité du système de vérification

par James W. Moore

Chercheur invité, York Centre for

International and Strategic Studies

Université York

Toronto (Ontario)

Document rédigé pour le compte de la

Direction du contrôle des armements et du désarmement

Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada

Ottawa (Ontario), Canada

90-05563/

Données de catalogage avant publication (Canada)

Moore, James W. (James Wesley), 1959-

Le contrôle des armements conventionnels et le désarmement en Europe : un modèle pour l'appréciation de l'efficacité du système de vérification

(Études ponctuelles sur la vérification du contrôle des armements ; ISSN 0840-7983, nº 4)
Publié en anglais sous le titre :
Conventional arms control and disarmament in Europe.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-662-95982-5
Nº de cat. MAS E54-8/4-1990F

1. Armement — Contrôle.
2. Désarmement.
3. Sécurité internationale.
4. Surveillance militaire — Europe. I. Canada. Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada. II. Titre. III. Collection.

JX1974.M5514 1990 327.1'74 C90-098593-3

Table des matières

	Page
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Résumé	vi
Abstract	vii
Remerciements	viii
Liste des abréviations	1
INTRODUCTION	3
PARTIE 1. Vérification — Aperçu des propositions clés (1985-1989)	7
Chronologie	7
PARTIE 2. Technologies disponibles pour la vérification	21
Moyens techniques nationaux	21
Surveillance aérienne	22
PARTIE 3. Établissement d'un modèle applicable au problème de la vérification	27
Violation du traité — Définition	27
Objectif	28
L'expérience binomiale	29
Le modèle de vérification	31
Analyse	35
CONCLUSION	43
ANNEXE	45
BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE	51

Liste des tableaux

		Page
Tableau 1 :	Limite de résolution au sol requise pour la vérification de l'application du traité et la surveillance des situations de crise	32
Tableau 2 :	Hypothèses et calculs de référence	37
Tableau A-1 :	Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours)	46
Tableau A-2 :	Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Nombre accru de sorties	47
Tableau A-3 :	Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Surveillance par satellites	48
Tableau A-4 :	Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Sous-région de l'Europe de l'Est	49
Tableau A-5 :	Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (10 jours)	50

Liste des figures

		Page
Figure A-1 :	Probabilité globale de détection — Durée de l'intervalle = 5 jours	24
Figure A-2 :	Probabilité globale de détection — Nombre accru de sorties	24
Figure A-3 :	Probabilité globale de détection — Surveillance par satellite	24
Figure A-4 :	Probabilité globale de détection — Sous-région de l'Europe de l'Est	25
Figure A-5 :	Probabilité globale de détection — Durée de l'intervalle = 10 jours	25

Résumé

Le présent document traite de l'efficacité du système de vérification prévu dans le cadre d'un accord de réduction des armements conventionnels. En toile de fond, il présente une chronologie des propositions faites entre 1985 et 1989 sur le contrôle des armements conventionnels, d'où ressortent les diverses mesures proposées en vue de l'instauration d'un régime de vérification des « Réductions mutuelles et équilibrées des forces » ou des forces armées conventionnelles en Europe. Il aborde ensuite brièvement les techniques militaires et civiles de surveillance disponibles pour la couverture de vastes étendues de territoire, c'est-à-dire les systèmes aériens et basés dans l'espace. Il présente enfin le modèle de vérification dérivé de la distribution de probabilité binomiale. Ce modèle montre les rapports qui existent entre les divers facteurs opérationnels et l'efficacité des systèmes aériens pour ce qui est de la détection des violations involontaires mais militairement significatives du traité. Étant donné que les paramètres d'application de bon nombre de ces facteurs seront définis dans le traité, il est essentiel que les négociateurs comprennent le lien qu'ils ont avec l'efficacité d'un système de vérification.

Abstract

This paper examines the problem of verification system effectiveness in monitoring compliance with a conventional arms reduction agreement. As background, a chronology of conventional arms control proposals from 1985 to 1989 is presented, highlighting measures variously suggested for an MBFR or CFE verification regime. The paper then briefly discusses military and civilian surveillance technologies available for wide-area coverage, i.e., aerial and space-based monitoring systems. Finally, a verification model derived from the binomial probability distribution is introduced. This model demonstrates the relationship between various operational factors and the effectiveness of overhead systems in detecting inadvertent yet militarily significant treaty violations. As the operating parameters for many of these factors will be defined by treaty, it is essential that negotiators understand their relationship to verification system effectiveness.

Remerciements

Je tiens à remercier M. James Macintosh, du York Centre for International and Strategic Studies (YCISS), de l'université York de Toronto, ainsi que M. Ed Emond, de la Direction des mathématiques et de la statistique, ministère de la Défense nationale (Ottawa), de leurs observations sur les premières ébauches du présent document. Je tiens également à remercier le YCISS qui a généreusement accepté de mettre à ma disposition ses installations de recherche et son infrastructure administrative.

Liste des abréviations

ATTU	De l'Atlantique à l'Oural
AWACS	Système aéroporté d'alerte et de surveillance
CFE	Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe
CSCE	Conférence sur la sécurité et la coopération en Europe
DTC	Dispositif à transfert de charge
HLTF	Groupe de travail de haut niveau
IRIS	Système intégré d'images radar
NGA	Zone de directives de l'OTAN
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
PRON	Mouvement patriotique pour la renaissance nationale
RDA	République démocratique allemande
RFA	République fédérale d'Allemagne
RSO	Radar aéroporté à synthèse d'ouverture
SED	Parti de l'unité socialiste
SLAR	Radar aéroporté à balayage latéral
SPOT	Satellite pour l'observation de la terre
YCISS	York Centre for International and Strategic Studies

Introduction

Le 6 mars 1989 se tenait à Vienne la séance plénière de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe (CFE),[1] dont le but était de « renforcer la stabilité et la sécurité en Europe ».[2] La CFE représentait le point culminant des efforts, commencés avec l'offre faite en avril 1986 par le leader soviétique Mikhaïl Gorbatchev de discuter de réductions de forces « de l'Atlantique à l'Oural » (ATTU), en vue de créer une nouvelle tribune de contrôle des armements conventionnels et de briser l'impasse qui durait depuis 16 ans dans les négociations sur les « Réductions mutuelles et équilibrées des forces ». Les pourparlers ont débuté sur un optimisme prudent permettant de croire que, pour la première fois, un accord important à la fois sur le plan politique et sur le plan des réductions militairement significatives d'armements était à portée de la main. Toutefois, les participants[3] ne se faisaient pas d'illusion sur l'ampleur de la tâche. Des désaccords étaient inévitables sur la portée et l'étendue des réductions. En outre, une des questions les plus litigieuses promettait d'être, comme par les négociations passées, les modalités du système de vérification.

Pour permettre au lecteur de mieux comprendre les questions complexes que devront vraisemblablement régler les négociateurs de la structure du régime de vérification, le présent document commence par aborder trois dimensions importantes de la vérification du contrôle des armements conventionnels :

1) les éléments d'un éventuel régime de vérification des forces armées conventionnelles en Europe;

2) les technologies disponibles aux fins de la vérification; et

3) les facteurs opérationnels qui ont une influence sur l'efficacité des systèmes de vérification.

Pour ce qui est de la première dimension, un certain nombre de mesures de vérification du contrôle des armements conventionnels ont été proposées ces dernières années, et ont été acceptées à divers degrés par les membres de l'OTAN et par ceux du Pacte de Varsovie. À partir de ces propositions, il est possible de cerner les éléments susceptibles de faire l'objet d'un examen attentif à mesure que les modalités détaillées du régime de vérification seront débattues. Par conséquent, dans la première partie de la présente étude, les principales négociations sur les « Réductions mutuelles et équilibrées des forces », la réduction des armements conventionnels, et les propositions faites dans le cadre de la CFE de 1985 à maintenant, sont analysées pour en faire ressortir ces éléments.

Comme le montre l'analyse, la plupart des propositions donnent beaucoup d'importance à l'inspection sur les lieux pour confirmer le respect du traité. Toutefois, sont tout aussi importants les systèmes « en altitude » utilisés pour la surveillance de vastes étendues de territoire. La partie 2 donne un aperçu de quelques techniques militaires et civiles disponibles pour la surveillance aérienne et basée dans l'espace.

Nous aborderons ensuite la question de l'efficacité du système dans la couverture de vastes étendues de territoire. Une des préoccupations des participants, lorsqu'ils se pencheront sur les différents éléments du régime de vérification, sera de répertorier les facteurs opérationnels qui influent sur l'efficacité des mesures ordinaires de dissuasion contre les violations involontaires mais militairement significatives du traité. La partie 3 du document présente un modèle, dérivé de la distribution de probabilité binomiale, dans lequel on analyse le rapport entre les facteurs clés et l'efficacité globale des systèmes de surveillance en altitude.

À cet égard, certaines des expressions utilisées ont besoin d'être mieux définies. La première est « efficacité du système de vérification ». Au sens où il est utilisé ici, le mot « système » désigne des instruments et des mécanismes formant un tout autonome. Ainsi, il ne décrit pas nécessairement les appareils de détection eux-mêmes, tels les radars aéroportés à synthèse d'ouverture (RSO), mais bien des ensembles complets de système de surveillance, y compris, dans cet exemple, les aéronefs, les capteurs, les nombres de sorties, le processus d'analyse des données, etc.

La notion d'« efficacité », réunissant en une combinaison hétéroclite des facteurs technico-opérationnels et des jugements d'ordre politique, manque jusqu'à un certain point de clarté. Dans le modèle, elle est exprimée sous la forme d'une norme de détection précisant une probabilité de détection et un intervalle de recherche. En fin de compte, les deux représentent un jugement politique sur les mesures requises pour dissuader un participant de violer le traité de façon involontaire mais militairement significative. Cette norme est résumée dans des énoncés tels que :

> *le système de vérification doit être capable, dans 50 % des cas, de détecter une violation involontaire du traité dans les cinq jours suivants,* ou encore
>
> *le système de vérification doit être capable, dans 95 % des cas, de détecter une violation involontaire du traité dans les dix jours suivants.*

La norme précise de vérification de l'efficacité du système est déterminée, au bout du compte, par ce que les autorités politiques estiment pouvoir accepter dans le contexte de l'application du traité sur les réductions.

Enfin, on distingue deux aspects dans une violation de traité. D'abord, celle-ci doit être « militairement significative ». La définition de cette expression est tirée d'une mesure connexe proposée dans un accord sur les forces armées conventionnelles en Europe — la prénotification des activités hors garnison. Cette condition oblige les participants à fournir un avis préalable des activités militaires qu'ils entreprennent hors de leurs garnisons désignées. La présence non autorisée de formations du niveau d'unité (brigades, divisions, armées, etc.) à l'extérieur de ces zones constitue une violation. Cette définition sert à distinguer les violations associées à des formations militaires opérationnelles ayant un potentiel de combat important des violations « techniques » moins menaçantes, telles de petites entorses aux plafonds d'armements.

En deuxième lieu, les violations qui surviendront le plus souvent durant la période d'application du traité seront probablement « involontaires ». Il est raisonnable de tenir pour acquis que les participants signent un traité fondé sur une appréciation positive de la sécurité résultante pour leurs intérêts nationaux. S'il est possible que certains essaient d'utiliser le traité pour obtenir un avantage militaire temporaire, les risques énormes associés à ce genre de stratégie, comme la perte de crédibilité sur le plan international, combinée, au mieux, à des avantages stratégiques incertains, en font une éventualité extrêmement peu probable. Ainsi, sauf dans des circonstances extrêmes, les signataires d'un traité seront vraisemblablement de bonne foi et ne tenteront pas normalement de le contourner intentionnellement. Toutefois, cette bonne foi n'exclut pas les infractions dues à la négligence, au contrôle organisationnel déficient, etc. Les violations susceptibles de se produire seront non intentionnelles mais ne risquent pas moins de perturber la situation créée par l'existence du traité.

Par conséquent, l'objectif d'un régime de vérification est de dissuader les participants de commettre des violations « routinières », et donc involontaires, mais militairement significatives du traité. Le modèle présenté dans les sections ultérieures de la présente étude donne un aperçu des facteurs opérationnels qui ont une influence sur l'efficacité des systèmes de vérification à atteindre cet objectif. Mais d'abord, le document décrira les éléments d'un régime possible de vérification des forces armées conventionnelles en Europe, tirés d'une analyse de récentes propositions relatives au contrôle des armements conventionnels.

Notes

1 La Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe constitue l'une de deux séries de discussions qui ont lieu dans le cadre de la Conférence sur la sécurité et la coopération en Europe (CSCE), l'autre étant les Négociations sur les mesures de renforcement de la confiance et de la sécurité. La première porte principalement sur le renforcement de la stabilité de l'Europe grâce à des réductions appliquées aux forces armées conventionnelles, à l'élimination des inégalités entre les diverses forces et à la suppression de la capacité de lancer une attaque surprise et de déclencher une offensive de grande envergure. La seconde s'articule autour de mesures de renforcement de la confiance qui permettent de réduire les risques de confrontation militaire en Europe. Bien que distinctes sur le plan formel, les deux séries de négociations sont étroitement liées sur le fond, et tout progrès réalisé dans l'une (ou l'absence de progrès) se répercutera inévitablement sur l'autre. Les deux séries de négociations feront l'objet d'un examen à l'occasion de la réunion dans le cadre des Suites de la Conférence d'Helsinki, qui débutera le 24 mars 1992.

2 « Mandat de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe », dans le document intitulé *CSCE: A Framework for Europe's Future* (Washington, D.C.: U.S. Information Agency, 1989), p. 44.

3 Vingt-trois pays sont représentés dans ces discussions : la Belgique, la Bulgarie, le Canada, la Tchécoslovaquie, le Danemark, la France, la République démocratique allemande, la République fédérale d'Allemagne, la Grèce, la Hongrie, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la Roumanie, l'Union Soviétique, l'Espagne, la Turquie, le Royaume-Uni et les États-Unis.

Partie 1 : Vérification — Aperçu des propositions clés (1985-1989)

Chronologie

Le 14 février 1985, durant les négociations sur les « Réductions mutuelles et équilibrées des forces », les pays du Pacte de Varsovie ont déposé une proposition prévoyant, à titre de première étape vers la conclusion d'un accord, certaines réductions dans les forces américaines et soviétiques stationnées en Europe centrale. Selon cette proposition, Américains et Soviétiques retireraient respectivement 13 000 et 20 000 hommes de troupe et leur matériel dans un délai d'un an. Pour garantir le respect de l'entente, le plan comportait diverses mesures de vérification, dont la désignation de trois ou quatre postes d'observation chargés de surveiller les mouvements des unités en partance. En outre, des porte-parole soviétiques ont fait savoir que la surveillance par satellite constituerait un moyen suffisant de vérification du retrait des troupes.[1]

L'Ouest a répondu en décembre 1985 avec une contre-proposition présentée par le chef de la délégation du Royaume-Uni, l'ambassadeur Michael Alexander, au cours de la 413e séance plénière des négociations. Dans une conférence de presse qui a suivi la séance, M. Alexander a publiquement décrit la proposition. Il a déclaré que même si la proposition provisoire des pays de l'Est comportait de nombreuses lacunes importantes, dont l'absence d'un échange préalable de données, l'OTAN ne s'opposait pas à une première réduction limitée, ayant elle-même proposé une mesure similaire en 1979. En conséquence, l'OTAN proposait une réduction de 11 500 soldats soviétiques et de 5 000 soldats américains sur une période d'un an (le retrait du matériel étant laissé à la discrétion de chaque partie), suivie d'un engagement de non-augmentation, pendant trois ans, du nombre de soldats sur le territoire de tous les participants directs, et des forces terrestres et aériennes combinées, dans la zone visée par les réductions.

La proposition de l'OTAN était assortie d'un plan de vérification détaillé, en quatre points :

1) la transformation des postes d'observation en postes permanents d'entrée et de sortie par lesquels transiteraient toutes les forces pénétrant dans la zone de réduction ou quittant celle-ci;

2) l'échange, après l'accomplissement des réductions initiales, de renseignements désagrégés jusqu'au niveau de bataillon, afin de constituer une base de données permettant la vérification de la mesure dans laquelle l'engagement de non-augmentation serait respecté;

3) la tenue d'inspections sur place afin de vérifier la mesure dans laquelle les retraits se réalisent comme prévu ainsi que les niveaux résultants de forces, y compris le droit de procéder à 30 inspections par année dans chacune des trois années suivant l'achèvement des réductions initiales; et

4) la création d'une commission consultative chargée de clarifier les ambiguïtés et de régler les différends.

En prévision des objections des pays de l'Est à des mesures de vérification si sévères, M. Alexander avait préparé plusieurs arguments. Il a notamment expliqué que la proposition de tenir 30 inspections sur place par année[2] était proportionnée à l'ampleur de la tâche :

> *L'Ouest tentera de vérifier des niveaux de forces de l'ordre d'un million d'hommes disséminés sur plus d'un demi-million de kilomètres carrés et répartis dans plus de 2 000 camps et casernes de trois grandes régions. Compte tenu de ce contexte, une proposition de 30 inspections par année est parfaitement conforme à la nature et à la portée de l'accord.*[3]

En fait, les négociateurs de l'Est faisaient des réserves sur les mesures de vérification contenues dans la proposition. Le 25 mars 1986, le chef soviétique de la délégation, l'ambassadeur Valerian Mikhaylov, déclarait ce qui suit à Moscou, au cours d'une conférence de presse du ministère des Affaires étrangères :

> *En ce qui a trait aux mesures de vérification et de contrôle, les représentants de l'OTAN ont perdu tout sens des proportions et du réalisme raisonnable... [Les dispositions sur l'échange de données et sur les inspections sur place] ne correspondent ni à la nature ni au contenu du projet d'accord, ni même aux véritables besoins en matière de vérification de l'application ou encore aux caractéristiques particulières de la situation politico-militaire actuelle.*[4]

Moins de trois mois après le dépôt de la proposition des pays de l'Ouest, le Pacte de Varsovie présentait un nouveau projet de traité qui incorporait des éléments de celui de juin 1983 et de la proposition provisoire de février 1985, ainsi que des modifications de cette dernière proposées le 6 février 1986. Ce nouveau document, présenté le 20 février, prévoyait le retrait de 11 500 soldats soviétiques et de 6 500 soldats américains au cours de la première phase de l'accord. En ce qui concerne la vérification, ses auteurs acceptaient le principe de la surveillance conjointe aux trois ou quatre postes permanents d'entrée et de sortie au cours de la période suivant le retrait (le leader soviétique Mikhaïl Gorbatchev l'avait laissé entrevoir dans son discours du 15 janvier sur le désarmement); ils autorisaient les inspections sur place « sur demande justifiée » (comportant un droit de veto implicite pour la partie faisant l'objet de l'inspection); ils donnaient leur aval aux échanges de données sur l'armée et sur l'aviation de chaque pays, sans toutefois autoriser leur désagrégation jusqu'au niveau de bataillon; enfin, ils jetaient les bases d'une commission consultative.[5] Les négociateurs de l'OTAN n'ont pas

réagi favorablement à ce projet de traité. Ils déploraient le fait de ne pas avoir eu l'occasion d'expliquer en détail leur proposition de décembre 1985, et dénonçaient la réticence persistante de l'Est à souscrire à leur programme global de vérification.[6]

Le 18 avril 1986, les négociations sur les armements conventionnels prenaient une tout autre tournure. Dans un discours qu'il prononçait devant le Congrès du Parti de l'unité socialiste (SED) à Berlin-Est, Mikhaïl Gorbatchev a proposé des « réductions substantielles dans toutes les composantes des forces terrestres et des forces aériennes tactiques des États européens et des forces des États-Unis et du Canada déployées en Europe » dans une zone s'étendant de l'Océan Atlantique aux monts Oural.[7] Il a dit espérer que l'élargissement de la portée de la question permettrait de dénouer l'impasse dans laquelle se trouvaient les deux alliances à Vienne. Dans ce discours, le leader soviétique avait intégré un énoncé de principes applicable au système de vérification devant être associé aux réductions qu'il proposait :

> *La question d'une vérification fiable à toutes les étapes de ce processus se pose naturellement. Sont possibles à la fois les moyens techniques nationaux et les formes internationales de vérification, y compris, au besoin, les inspections sur place.*[8]

Répondant à l'appel du leader soviétique qui l'invitait à chercher de nouvelles orientations pour le contrôle des armements conventionnels, l'OTAN a créé le Groupe de travail de haut niveau (HLTF) sur la maîtrise des armements classiques, et en a fait l'annonce à la réunion des ministres des affaires étrangères tenue à Halifax (Canada), les 29 et 30 mai 1986. Dans leur communiqué final, les ministres réunis expliquaient ainsi l'objectif du processus de réduction des armements conventionnels : « il s'agit de renforcer la stabilité et la sécurité de l'ensemble de l'Europe par une transparence accrue et par l'établissement, aux niveaux inférieurs des forces conventionnelles, d'un équilibre stable, global et vérifiable ».[9] Le Groupe de travail devait présenter un rapport provisoire au Conseil en octobre 1986, et un rapport définitif aux ministres des affaires étrangères en décembre de la même année.

Pendant que l'OTAN s'embourbait dans des débats de procédure et de fond qui causaient souvent des divisions au sein du Groupe de travail,[10] le Pacte de Varsovie conservait l'initiative des relations publiques. Le 11 juin 1986, à l'occasion de son sommet à Budapest (Hongrie), les leaders du bloc de l'Est réunis lançaient un « appel » aux membres de l'OTAN et à tous les États européens. D'après leur communiqué final, le processus de désarmement poursuivait un triple objectif : 1) éliminer les armes de destruction massive; 2) réduire substantiellement l'importance des forces armées et des armements conventionnels; et 3) diminuer les dépenses militaires des États. Pour réaliser cet objectif, trois étapes étaient nécessaires. D'abord, chaque alliance démobiliserait de 100 000 à 150 000 hommes de troupe dans un délai d'un à deux ans.[11] En second lieu, les forces terrestres et l'aviation d'appui tactique seraient réduites d'environ

25 % par rapport aux niveaux existants avant le début des années 1990; à elle seule, cette mesure aurait entraîné au total le désengagement de plus d'un million d'hommes de troupe. Au cours de l'étape finale, les réductions se poursuivraient avec les autres États européens (c'est-à-dire les pays neutres et non alignés) qui se joindraient au processus.

Les mesures de vérification envisagées par les auteurs de cet appel ne différaient pas sensiblement de celles prévues dans des propositions antérieures. Les États membres du Pacte de Varsovie reconnaissaient la nécessité d'utiliser à la fois des moyens techniques nationaux et des méthodes internationales, y compris les inspections sur place. Plus précisément, ils prévoyaient que :

> *la vérification sur place de la réduction des forces armées et de la destruction ou de l'entreposage des armements pourrait être mise en oeuvre, le cas échéant, avec la participation de représentants de la commission consultative internationale (composée de membres de l'OTAN, du Pacte de Varsovie et des États neutres et non alignés). Des points de contrôle où se trouveraient des représentants de la commission consultative internationale pourraient être établis à cette fin aux grandes jonctions ferroviaires, sur les terrains d'aviation, dans les ports.*[12]

Pour ce qui était de la question de l'échange de données, les chefs d'État du Pacte de Varsovie ont accepté de fournir leurs chiffres sur les effectifs numériques totaux des forces terrestres et sur leur aviation d'appui tactique dans la zone visée par les réductions. En outre, les données sur les unités devant faire l'objet des réductions — désignation et situation de déploiement, effectifs en hommes de troupe, et chiffres concernant le matériel (pour les armements visés par le traité) — et celles sur les unités restantes seraient fournies séparément.

Malgré cette dernière proposition des pays du Pacte de Varsovie, l'OTAN n'a pas devancé l'échéance de décembre 1986 pour le Groupe de travail de façon à lui permettre de réagir rapidement avec sa propre position sur les réductions. En fait, elle ne le pouvait pas. Des points de vue opposés avaient empêché l'établissement d'un consensus préalable,[13] et seule une réunion de dernière minute entre le secrétaire d'État américain George Schultz et le ministre français des Affaires étrangères Jean-Bernard Raimond a permis d'arriver à un compromis avant la date limite. Ce compromis était exposé dans la « Déclaration de Bruxelles » publiée lors de la réunion des ministres des affaires étrangères les 11 et 12 décembre 1986. Les auteurs proposaient la tenue de discussions sur un nouveau mandat de négociation relatif au contrôle des armements conventionnels en Europe, de l'Atlantique à l'Oural. Des discussions concomitantes auraient lieu dans le cadre de deux négociations distinctes — la première donnant suite à la Conférence de Stockholm sur les mesures de renforcement de la confiance et de la sécurité, et la seconde visant l'élimination des disparités dans les forces conventionnelles entre les armées de l'OTAN et celles du Pacte de Varsovie.

Le document ne contenait aucune proposition concrète relativement à la vérification; la Déclaration elle-même constituait un énoncé de principes plutôt qu'une proposition précise de négociation. Toutefois, elle reprenait encore une fois le principe sous-jacent des propositions passées de l'OTAN en matière de contrôle des armements conventionnels, soit qu'il fallait « un régime efficace de vérification (dans lequel les échanges de renseignements détaillés et les inspections sur place joueront un rôle fondamental), propre à garantir le respect des dispositions d'un éventuel accord et à faire en sorte que les limitations imposées à la capacité des forces ne soient pas dépassées ».[14]

Les négociations entre l'OTAN et les pays du Pacte de Varsovie sur un nouveau mandat de négociation pour le contrôle des armements conventionnels ont débuté le 17 février 1987 à l'ambassade de France à Vienne. Le 5 mai suivant, pendant le déroulement des discussions, le leader polonais Wojciech Jaruzelski, dans un discours qu'il prononçait devant l'assemblée du second Congrès du PRON (Mouvement patriotique pour la renaissance nationale), a proposé un nouveau plan de réductions, appelé plus tard le « Plan Jaruzelski », qui contenait les éléments suivants :[15]

1) retrait des missiles nucléaires à courte portée, des aéronefs « porteurs d'armes nucléaires », et de l'artillerie et des charges nucléaires (c'est-à-dire les bombes et les mines);

2) retrait des armements conventionnels dits offensifs : avions de frappe, chars d'assaut, hélicoptères armés, et artillerie de longue portée et de roquettes;

3) discussions conjointes sur les doctrines militaires, destinées finalement à permettre l'adoption mutuelle de doctrines strictement défensives; et

4) accord sur les mesures de renforcement de la confiance, applicable aux activités terrestres, navales et aériennes.

Le plan s'appliquait à neuf pays d'Europe centrale — la Belgique, la Tchécoslovaquie, le Danemark, la RDA, la Hongrie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Pologne et la RFA. Toutefois, on y recommandait que les négociations sur le désarmement en Europe portent sur trois niveaux de territoires : la zone de contact direct entre les deux alliances, l'Europe centrale, et la région ATTU.

Le régime de vérification proposé dans le plan ne différait pas sensiblement de celui qu'on trouvait dans l'« appel de Budapest ». Il comprenait les mesures suivantes : commission(s) de contrôle international avec la participation de l'OTAN, du Pacte de Varsovie et (ou) de tiers pays; échanges de renseignements; échanges d'avis concernant le début et la fin des retraits et observation de ceux-ci; établissement de points de sortie pour les forces en partance et de points de contrôle aux grandes jonctions ferroviaires, sur les terrains d'aviation et dans les ports.

Pendant les dix-huit mois suivants, aucune proposition de réductions globales n'a été faite publiquement, étant donné que les deux alliances concentraient leurs efforts sur les pourparlers de Vienne concernant le mandat.[16] Les discussions ont été plus longues que beaucoup l'avaient prévu. Des divisions inter-alliances et intra-alliance sur des questions comme l'inclusion des armes nucléaires et forces aériennes tactiques, le traitement des systèmes à double capacité, les rapports entre les négociations et la CSCE, et la définition géographique des régions et sous-régions visées par les réductions, n'ont pas facilement été surmontées. Finalement, un consensus a été atteint,[17] et a fait l'objet d'une annexe au document final de la réunion de Vienne sur les Suites de la CSCE, annexe publiée le 17 janvier 1989.

Comme l'indique le mandat de la CFE, les objectifs se divisent en trois volets :

> *... le renforcement de la stabilité et de la sécurité en Europe par l'établissement, à des niveaux inférieurs, d'un équilibre stable et sûr des forces armées conventionnelles, qui comprennent les armements et les équipements conventionnels; l'élimination des disparités préjudiciables à la stabilité et à la sécurité; et l'élimination, en priorité, de la capacité de lancer une attaque par surprise et de déclencher une action offensive de grande envergure.*[18]

Ces objectifs devaient être atteints par la mise en oeuvre de mesures militairement significatives, notamment des réductions, des limitations, des dispositions de redéploiement, etc., applicables à l'ensemble de la zone d'application, assorties de clauses de différenciation régionale. Le processus lui-même devait se dérouler par étapes, de manière à garantir qu'à aucune d'entre elles, il ne soit porté atteinte à la sécurité d'un participant. Pour ce qui est du champ et de la zone d'application, la négociation devait englober toute la région comprise entre l'Atlantique et l'Oural. Les équipements à double capacité n'étaient pas exclus, pas plus qu'ils ne devaient faire l'objet d'une négociation distincte. Les forces navales et armes chimiques, toutefois, seraient exclues.

Les négociations auraient lieu dans le cadre du processus de la CSCE, mais seuls les participants eux-mêmes détermineraient les modalités de déroulement des pourparlers et décideraient des résultats de ceux-ci, ou encore apporteraient des modifications au mandat de la négociation. Des informations et des points de vue devaient être échangés avec les autres pays participant à la CSCE.

Sur le plan de la vérification, le mandat précisait que le respect des dispositions d'un éventuel accord serait vérifié par un « régime strict et efficace » qui comprendrait des inspections sur place de plein droit et des échanges d'informations suffisamment détaillées pour permettre une comparaison significative des capacités des forces concernées ainsi que le respect des dispositions de l'accord. Les modalités du régime de vérification seraient établies durant la négociation proprement dite.

Une fois que les participants se furent entendus sur le mandat, les deux alliances ont préparé leurs propositions de départ qu'elles devaient livrer à la séance inaugurale de la négociation. Du côté du Pacte de Varsovie, le ministre soviétique des Affaires étrangères Édouard Chevarnadze a déposé un plan de réductions en trois étapes.[19] La première, d'une durée de 2 à 3 ans, verrait chaque alliance réduire ses forces armées et armements conventionnels à un niveau de 10 à 15 % sous celui de la partie ayant les effectifs et armements les moins nombreux. En outre, une zone dénucléarisée et d'armements réduits serait créée le long de la ligne de contact direct. Dans un deuxième temps, les forces armées — personnel et matériel — seraient de nouveau réduites de 25 %. Enfin, dans un troisième temps, les forces armées des participants seraient réorganisées en fonction d'une structure purement défensive.

La proposition de l'OTAN,[20] présentée par le secrétaire britannique aux Affaires étrangères Sir Geoffrey Howe, prévoyait une limite globale du nombre de chars d'assaut (20 000), de pièces d'artillerie (16 500) et de transports de troupes blindés (28 000). Aucun pays n'aurait le droit de détenir plus de 30 % du total combiné des deux alliances dans ces catégories. Les armements actifs déployés par chaque côté sur le territoire allié seraient limités à 3 200 chars d'assaut, 1 700 pièces d'artillerie et 6 000 transports de troupes blindés. À l'instar de la proposition du Pacte de Varsovie, celle de l'OTAN ne renfermait aucune disposition détaillée concernant la vérification, si ce n'est la déclaration de principe contenue dans le mandat de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe.

Pendant que les deux parties exposaient leurs propositions de départ à Vienne, l'Ouest a fini par prendre l'initiative des coups d'éclat le 29 mai, lorsque le président Bush a annoncé un nouveau plan de réduction des armements conventionnels en quatre points lors du sommet de l'OTAN qui se tenait à Bruxelles. Ce plan prévoyait :

1) le gel des plafonds acceptés par les pays du Pacte de Varsovie touchant le nombre de chars d'assaut et de transports de troupes blindés, et la recherche d'une limite mutuellement acceptable pour le nombre de pièces d'artillerie;

2) la réduction à 15 % sous le niveau de la partie ayant les niveaux les plus bas du nombre des hélicoptères d'attaque et d'assaut et de tous les avions ayant une base terrestre;

3) la réduction de 20 % des forces américaines en Europe avec un plafond résultant de 275 000 hommes des forces terrestres et aériennes soviétiques et américaines stationnées à l'extérieur du territoire national dans la région ATTU; et

4) l'accélération de la CFE en vue de la conclusion d'un accord dans les six ou douze mois subséquents.[21]

Toutefois, du point de vue de la vérification, l'élément le plus intéressant de l'initiative Bush est ressorti dans un discours que le président prononçait à Mainz, en République fédérale d'Allemagne, deux jours après le sommet de Bruxelles. Dans ce discours, M. Bush relançait la politique dite des « ciels ouverts »,[22] et invitait l'Union soviétique et ses alliés à « ouvrir leurs ciels à des vols réciproques et non armés de surveillance aérienne, effectués sur bref préavis, et destinés à surveiller les activités militaires ».[23]

Profitant de l'initiative Bush, l'OTAN a achevé la mise au point de son offre globale de réduction d'armements et l'a déposée à la table de négociation le 13 juillet, soit deux mois avant la date limite du 7 septembre. La proposition établissait les plafonds auxquels M. Bush avait fait allusion dans son discours au sommet de Bruxelles concernant le nombre d'avions et d'hélicoptères. Chaque partie serait limitée à 5 700 avions de combat — bombardiers et chasseurs — et 1 900 hélicoptères de combat. Selon les chiffres de l'OTAN, le Pacte de Varsovie devrait éliminer 3 900 appareils tandis que l'Alliance devrait en détruire 1 000, ou 15 % de sa flotte.[24] Encore une fois, l'attention s'est portée sur la nature des réductions proposées; peu de détails du régime de vérification éventuel ont fait l'objet de discussions.

La seconde série de pourparlers s'est terminée le 13 juillet. Durant l'ajournement de deux mois pour l'été, le Groupe de travail de haut niveau sur la maîtrise des armements classiques a préparé un exposé de principes indiquant les mesures envisagées pour l'échange de renseignements, la stabilisation, la vérification et le non-contournement. La proposition devait être publiée pour l'ouverture de la troisième série le 7 septembre. Toutefois, son achèvement a été retardé par des divergences de vues au sein de l'Alliance. La Grèce, par exemple, rejetait la limite de 40 000 hommes de troupe applicable à la notification préalable des concentrations de forces, car elle estimait qu'elle n'avait pas réussi à contenir adéquatement les activités de sa rivale méditerranéenne, la Turquie.[25] Quant à la France et au Royaume-Uni, ils craignaient que les mesures de contrôle de la production des armements visés par le traité rendent leurs industries de défense vulnérables à l'espionnage industriel.[26] Enfin, le Royaume-Uni et la République fédérale d'Allemagne acceptaient difficilement les restrictions applicables aux hélicoptères armés. La RFA avait peur que ces restrictions ne minent ses efforts en vue de se doter d'une cavalerie aérienne, tandis que les Britanniques s'inquiétaient pour leurs plans d'achat d'hélicoptères d'attaque américains Apache.[27] Ces obstacles ont été sinon levés, du moins écartés pour un temps, au cours des deux semaines suivantes. Le 11 septembre, à Washington, le secrétaire d'État américain James Baker et le secrétaire d'État aux Affaires étrangères britannique John Major arrivaient à un compromis sur l'accumulation d'armements le long

de la périphérie de la zone ATTU, tout en escamotant la question de la surveillance de la production.[28] Huit jours plus tard, la Grèce retirait son opposition au plan de stabilisation. Le dernier obstacle levé, l'OTAN déposait sa proposition à Vienne le 21 septembre.

Cette proposition représentait l'offre la plus complète de mesures de soutien officiellement annoncées jusqu'alors.[29] Celles-ci se divisaient en quatre catégories : l'échange de renseignements, les mesures de stabilisation, les dispositions relatives à la vérification et les mesures de non-contournement. Du point de vue de la vérification, l'échange de renseignements et les mesures de vérification proprement dits présentaient un intérêt particulier :[30]

1) Échange de renseignements —

Chaque participant fournirait des renseignements sur l'organisation du commandement de ses forces terrestres, aériennes et de défense aérienne dans la zone d'application, jusqu'aux niveaux du bataillon et de l'escadron. En outre, les données sur les garnisons normales en temps de paix et les stocks d'articles limités par traité — chars de combat principaux, pièces d'artillerie, transports de troupes blindés, avions de combat, hélicoptères de combat (collectivement désignés sous l'appellation « matériel limité par traité »), ainsi que les ponts d'assaut blindés — seraient fournies dans les cas suivants :

a) les composantes et unités des quartiers généraux (QG), équipées de matériel limité par traité et (ou) de ponts d'assaut blindés;

b) les dépôts visés par la surveillance;

c) le matériel limité par traité, non assigné à des unités et entreposé sans surveillance;

d) les autres emplacements où il peut habituellement y avoir du matériel limité par traité, comme des dépôts dotés d'ateliers de réparation, des zones d'entraînement, etc.;

e) les ponts d'assaut blindés entreposés dans des endroits sous surveillance et ailleurs; et

f) le matériel limité par traité mais non assujetti aux limites fixées dans le traité, par exemple, celui qui est produit mais n'est pas en service dans les forces nationales, ou encore celui qui est détenu par des forces paramilitaires.

En outre, les données sur les emplacements et les niveaux de personnel seraient fournies pour les unités à faible niveau d'effectifs ainsi que pour les troupes des forces terrestres et aériennes des États-Unis et de l'Union soviétique

stationnées sur les territoires alliés. De plus, les emplacements ayant accueilli du matériel limité par traité après le 1er janvier 1989 et ultérieurement supprimés seraient également recensés.

Ces renseignements seraient échangés au moment de la signature du traité, puis le jour de l'entrée en vigueur de celui-ci, le 15 décembre de l'année de signature et à la fin des réductions. Par la suite, l'échange aurait lieu une fois l'an, le 15 décembre.

La notification de la réorganisation permanente des unités existantes ou de l'introduction de nouvelles unités dans la zone d'application serait requise 42 jours à l'avance. Les participants devraient alors déclarer les changements de 10 % ou plus dans les effectifs des unités ou dans le matériel limité par traité qu'ils détenaient lors de l'échange annuel précédent, ou le faire au fur et à mesure qu'ils se produiraient.

2) Mesures de vérification —

Comme le prévoit la proposition, le régime de vérification doit 1) garantir que les dispositions du traité seront respectées; 2) dissuader les signataires de contrevenir à ces dispositions; et, à défaut, 3) permettre la détection des infractions en temps opportun. À ces fins, il faut valider les données de référence, surveiller l'application des réductions et confirmer le respect des dispositions du traité après les réductions. Les inspections sur place doivent servir en partie à exécuter ces tâches. Aux emplacements déclarés, des inspections peuvent être demandées sur court préavis sans droit de refus. Des quotas seraient établis et exprimés en nombres de jours au cours desquels chaque participant devrait permettre que les équipes d'inspection pénètrent sur son territoire. La fréquence des inspections serait plus grande au cours des premiers mois de l'application du traité, afin de permettre la validation des données de référence; durant cette période, les forces armées des participants ne seraient pas tenues de suspendre leurs activités. L'État inspecteur aurait le droit de déterminer les emplacements visités et le nombre de jours passés sur le territoire de l'État inspecté. Toutefois, le temps passé sur un emplacement serait limité, comme le serait le nombre d'équipes acceptées sur le territoire de l'État inspecté à un moment donné.

Aux emplacements non déclarés, l'État inspecté aurait le droit de retarder l'inspection et en dernier recours, de refuser la demande d'inspection. Encore une fois, les inspections seraient limitées en fonction de quotas.

La seconde tâche concerne la surveillance de la destruction du matériel et du retrait des troupes soviétiques et américaines. Les équipements excédentaires par rapport aux limites fixées par le traité devraient être détruits suivant un calendrier accepté par les parties, avec notification préalable et inspection sur place

sans quotas ni droit de refus. De la même façon, le calendrier des retraits et les dispositions relatives à la surveillance devraient être établis en fonction des retraits de troupes américaines et soviétiques.

Outre les inspections sur place, des dispositions devraient être prévues pour l'inspection aérienne et l'utilisation des moyens techniques nationaux et multinationaux. L'« étiquetage » des avions et des hélicoptères de combat constituait également une possibilité que l'Alliance a jugée digne d'une étude plus approfondie.

Parmi les autres mesures, citons la création d'un groupe consultatif conjoint ainsi que des considérations générales touchant les droits d'inspection, la composition des équipes d'inspecteurs, le transfert des quotas inutilisés et les limites fixées au nombre d'inspections acceptées par le même participant. Dans bien des cas, les ententes sur des points de détail ont été reportées à des négociations ultérieures, mais ce document représentait un progrès important vers un régime de vérification global concernant les forces armées conventionnelles en Europe.

À la clôture de la troisième ronde de négociations le 19 octobre, le Pacte de Varsovie a déposé deux documents de travail sur les mesures de stabilisation des forces, l'échange de renseignements et les mesures de vérification de l'application de l'accord.[31] Les propositions relatives à l'échange de renseignements étaient différentes de celles de l'Ouest à trois égards seulement. Premièrement, le Pacte de Varsovie proposait que les données soient fournies pour les forces terrestres, aériennes et de défense aérienne jusqu'au niveau du régiment plutôt qu'à celui du bataillon ou de l'escadron. En deuxième lieu, il ne disait rien au sujet de la nécessité d'obtenir des données sur les éléments limités par le traité mais non assujettis à ses dispositions, c'est-à-dire les équipements destinés à l'exportation ou détenus par des forces paramilitaires. Enfin, il recommandait que les niveaux d'effectifs des forces armées soient fournis sur tous les participants plutôt que seulement les forces soviétiques et américaines stationnées en Europe et les unités équipées de matériel limité par traité.

De la même façon, les mesures de vérification différaient très peu de celles contenues dans la proposition de l'Alliance. L'OTAN avait soulevé, pour étude ultérieure, la possibilité d'« étiqueter » les avions et les hélicoptères de combat. Pour sa part, le Pacte de Varsovie préconisait que les appareils limités par le traité soient exhibés sur demande en vue de leur inspection. En outre, les équipes d'inspection auraient le droit de libre accès aux appareils et à leurs systèmes d'armes sur les terrains d'aviation inspectés. De plus, le Pacte de Varsovie a relancé l'idée de points d'entrée et de sortie établis le long de la frontière de la zone d'application et à l'intérieur de celle-ci. Enfin, des dispositions étaient prévues pour contrôler les violations temporaires de limites dues aux remplacements ordinaires d'effectifs et à d'autres raisons.

À l'ouverture de la quatrième série de négociations sur les forces armées conventionnelles en Europe, le 9 novembre, la vérification était un des points prioritaires. Malgré le fait que de nombreux détails techniques du régime restaient à déterminer, les perspectives de succès semblaient prometteuses. Comme en faisaient foi leurs documents de travail respectifs, les deux alliances s'entendaient en principe sur de nombreux points. Ce terrain d'entente devrait servir de base à des progrès continus vers un régime efficace de vérification applicable aux forces armées conventionnelles en Europe.

Notes

1 *The Arms Control Reporter 1985* (Brookline, Massachusetts : Institute for Defense and Disarmament Studies, 1985), p. 401.B.83-84.

2 Les 30 inspections comprenaient 25 terrestres et 5 aéroterrestres, avec obligation de donner un préavis de 12 heures, et de commencer l'inspection dans les 24 heures du préavis (*The Arms Control Reporter 1986*, p. 401.A.7).

3 *The Arms Control Reporter 1985*, p. 401.D.12.

4 *Foreign Broadcast Information Service*, « *Daily Report Soviet Union* », (ci-après appelé le « FBIS SU ») 8 avril 1986, p. AA7.

5 FBIS SU, 21 février 1986, p. AA1.

6 *The Arms Control Reporter 1986*, p. 401.B.103.

7 FBIS SU, 18 avril 1986, p. F8.

8 *Ibid.*

9 « Statement on the Ministerial Meeting of the North Atlantic Council at Halifax, Canada, on 29 and 30 May 1986 », *Revue de l'OTAN* 34 (juin 1986), pp. 29-30.

10 Voir Jonathan Dean, « Can NATO Unite to Reduce Forces in Europe? », *Arms Control Today* 18 (octobre 1988) : 11-18, pour une excellente analyse sur les sujets de préoccupation qui ont divisé les membres de l'OTAN au cours des mois ayant précédé l'ouverture de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe.

11 Les forces seraient éliminées par formation; le personnel serait démobilisé et le matériel détruit, entreposé dans des dépôts sur le territoire national ou converti à des fins pacifiques. Les armes nucléaires seraient détruites.

12 « Warsaw Pact Appeal to the NATO States and All European Countries Concerning A Program for Armed Forces and Conventional Arms Reductions in Europe », reproduit dans Joachim Krause, *Prospects for Conventional Arms Control in Europe, Institute for East-West Security Studies Occasional Paper Series No. 8* (Boulder, Colorado : Westview Press, 1988), p. 67.

13 Les principaux acteurs des différends internes étaient la France et les États-Unis. Par exemple, concernant les questions de procédure, la France insistait pour que les pays neutres et non alignés participent aux négociations, de façon à créer un lien explicite avec la CSCE. Le gouvernement français souhaitait éviter l'approche « bloc à bloc » qui avait caractérisé les discussions relatives aux « Réductions mutuelles et équilibrées des forces »; il craignait qu'une proposition officielle de l'OTAN crée l'impression que la France était indirectement revenue au sein du commandement intégré de l'OTAN, détruisant ainsi son consensus national de la droite, du centre et de la gauche sur la défense (Dean, « Can NATO Unite to Reduce Forces in Europe? », p. 17). Pour sa part, le gouvernement américain souhaitait éviter le rattachement

des discussions au processus de la CSCE. Il estimait avoir été forcé d'accepter un accord peu satisfaisant à Stockholm sous la pression exercée par le calendrier de la CSCE, et il voulait éviter la répétition de cette situation dans les nouvelles négociations (*The Arms Control Reporter 1986*, p. 401.B.123).

14 « Brussels Declaration on Conventional Arms Control by Ministers at North Atlantic Council Session », *Revue de l'OTAN* 34 (décembre 1986), pp. 27-28.

15 « Memorandum of the Polish People's Republic on Arms Reduction and Confidence-Building in Central Europe, Transmitted on 17 July 1987 to the States Participating in the Conference on Security and Cooperation in Europe by the Ministry of Foreign Affairs of the Polish People's Republic », dans Krause, *Prospects for Conventional Arms Control in Europe*, pp. 77-9.

16 L'événement marquant de cette période en ce qui concerne le désarmement conventionnel a été l'annonce de Mikhaïl Gorbatchev devant l'Assemblée générale des Nations Unies le 7 décembre 1988, selon laquelle l'Union soviétique procéderait à une réduction unilatérale de ses forces armées de 500 000 hommes au cours des deux prochaines années. Six divisions de blindés seraient retirées des territoires de la RDA, de la Tchécoslovaquie et de la Hongrie d'ici 1991, pour un total de 50 000 hommes et de 5 000 chars d'assaut. Si on les ajoute à d'autres semblables dans la partie européenne de l'URSS, ces réductions de forces dans la région s'étendant de la frontière entre les deux Allemagnes et l'Oural atteindraient les 10 000 chars d'assaut, 8 500 systèmes d'artillerie et 800 avions de combat (*Discours de Mikhaïl Gorbatchev devant l'Assemblée générale des Nations Unies*, Communiqué nº 97, Service de presse de l'ambassade d'URSS au Canada, 8 décembre 1989, p. 21).

17 Les pourparlers sur le mandat ont échappé de peu à la rupture au cours des dernières heures en raison d'un différend entre la Grèce et la Turquie sur la définition de la frontière sud dans la zone visée par la CFE. Les négociateurs soviétiques et turcs s'étaient entendus sur une ligne qui excluait le port de Mersin sur la côte de la Méditerranée. Toutefois, le gouvernement grec s'est opposé à cette exclusion, étant donné que Mersin servait à approvisionner les forces turques à Chypre. Quoi qu'il en soit, le mandat a été signé le 14 janvier après que l'OTAN eut offert de résoudre le différend dans le cadre de discussions internes ultérieures (*The Arms Control Reporter 1989*, p. 407.B.115-17).

18 « Mandat de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe », dans *CSCE : A Framework for Europe's Future*, p. 44.

19 Michael Gordon, « Cutting Arms in Europe: It's Down to the Details », *The New York Times*, 9 mars 1989, p. 6.

20 *Ibid.*

21 *The Arms Control Reporter 1989*, p. 407.B.176.

22 Cette politique avait à l'origine été proposée par le président Eisenhower lors du sommet de Genève en juillet 1955. La proposition visait à réduire les risques d'une attaque nucléaire surprise grâce à un échange global de renseignements sur les forces militaires et les installations de chaque partie et à un système de reconnaissance aérienne et d'inspections au sol. L'Union soviétique avait rejeté la proposition, la qualifiant de « rien de plus qu'un vulgaire plan d'espionnage » (Jerome H. Kahan, *Security in the Nuclear Age: Developing U.S. Strategic Arms Policy* [Washington, D.C.: The Brookings Institution, 1975], p. 56).

23 « Proposals for A Free and Peaceful Europe », discours du président George Bush, *Current Policy nº 1179* (Washington, D.C.: United States Department of State, Bureau of Public Affairs, 1989), p. 3.

24 Thomas Friedman, « NATO's Proposal on Aircraft Cuts Ready, Baker Says », *The New York Times*, 13 juillet 1989, p.1.

25 *The Arms Control Reporter 1989*, p. 407.B.215.

26 *Trust and Verify: The Bulletin of the Verification Technology Information Centre*, décembre-janvier 1990 (Londres : Vertic, 1990), p. 1.

27 *The Arms Control Reporter 1989*, p. 407.B.219.

28 *Ibid.*

29 *Chapitre III : Mesures concernant l'échange d'informations, la stabilisation des forces, la vérification de l'application de l'accord et le non-contournement de ses dispositions*, Document de la Conférence, Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe, 21 septembre 1989, pp. 1-14.

30 Il y aurait lieu d'établir une distinction entre les « mesures de vérification » et les « mesures destinées à faciliter la vérification ». Les échanges de données soutiennent le processus de vérification. Le respect des plafonds établis pour les armements ne peut être confirmé en l'absence d'une base de données vérifiable comprenant des renseignements tels que les numéros et les types d'unités d'armement, les stocks, etc. À strictement parler, cependant, il ne s'agit pas de mesures de « vérification »; elles diffèrent fondamentalement de celles qui précisent les moyens par lesquels les activités prévues par le traité sont matériellement observées, c'est-à-dire les inspections sur place ou les vols de reconnaissance. De la même façon, la surveillance aérienne par des moyens techniques nationaux, comme les satellites en orbite terrestre, devrait être classée comme une mesure de vérification, alors que la non-interférence avec les moyens techniques nationaux est davantage une mesure destinée à faciliter la vérification (car elle établit les conditions dans lesquelles les moyens techniques nationaux peuvent fonctionner avec un maximum d'efficacité). On pourrait définir de la façon suivante les deux expressions : « mesures de vérification » : moyens ou modalités par lesquels les activités réglementées par un traité sur la réduction des armements sont matériellement observées et surveillées; « mesures destinées à faciliter la vérification » : actions, normes et procédures rehaussant l'efficacité opérationnelle des systèmes de surveillance.

31 *The Arms Control Reporter 1989*, p. 407 D.43.

Partie 2 : Technologies disponibles pour la vérification

Le plan de vérification proposé en septembre 1989 par l'OTAN faisait état de trois méthodes de surveillance : l'inspection sur place, les moyens techniques nationaux et multinationaux et la surveillance aérienne. Si la première méthode faisait l'objet d'une description relativement longue, les deux dernières étaient abordées avec beaucoup moins de détail. Pourtant, celles-ci ont un rôle essentiel à jouer dans la surveillance d'un accord de réduction des forces. De quels mécanismes dispose-t-on pour exercer une surveillance aérienne et basée dans l'espace?

Moyens techniques nationaux[1]

En service depuis décembre 1976, le satellite militaire américain de reconnaissance KH-11 (Keyhole 11) est capable de surveiller l'Union soviétique et l'Europe de l'Est « en temps réel » grâce à une technologie connue sous le non de « dispositif à transfert de charge » (DTC). Mis au point en 1970 dans les laboratoires AT&T Bell, le DTC consiste en un réseau de milliers de minuscules capteurs photosensibles ou éléments d'images photographiques (« pixels »). Les pixels emmagasinent les électrons dans des proportions correspondant à l'intensité de la lumière reçue. Les électrons sont ensuite comptés puis transmis sous forme numérique, avec la position des pixels dans la grille, au centre d'imagerie par satellite de la CIA situé à Fort Belvoir (Virginie), grâce à un satellite de communications. Les ordinateurs de la station terrestre qui reçoivent cette information sous forme numérique recréent l'image originale dans les minutes qui suivent le passage du KH-11. Sur le satellite, les pixels sont délestés de leurs électrons et peuvent être réutilisés, le tout se déroulant en l'espace de quelques millisecondes. Cette technologie libère la reconnaissance par satellite des restrictions associées à l'utilisation de la pellicule photographique et porte la durée opérationnelle d'un satellite à deux ou trois ans, selon ses réserves de carburant.

On est en train de remplacer le KH-11 par le dernier-né de la série Keyhole, le KH-12. Ce satellite, doté d'une puissance de résolution au sol d'environ 10 cm, est si volumineux que seules la navette spatiale ou la fusée porteuse Titan 34D7 peuvent le mettre sur orbite. Le KH-12 est le premier satellite assez sensible pour créer des images en infrarouge thermique, ce qui lui permet de « voir » dans l'obscurité.

Dorénavant, le programme militaire américain de reconnaissance par satellite sera axé sur une technologie connue sous le nom de « radar à synthèse d'ouverture » (RSO). Le niveau de résolution que peuvent obtenir les radars classiques sur satellite est limité par le diamètre de l'antenne réceptrice; pour

augmenter la résolution, cette antenne doit être agrandie au delà de toute limite pratique. Le RSO, lui, permet de porter les dimensions effectives de l'antenne à des kilomètres de longueur, grâce à une combinaison sélective d'échos radar effectuée par son ordinateur. Cette technique augmente la longueur de l'antenne synthétique (sans augmenter les dimensions de l'antenne ordinaire) d'un facteur égal à la distance parcourue par le satellite pendant la durée de traitement des signaux, ce qui permet d'accroître de façon spectaculaire la résolution au sol. Une fois que le RSO porté par satellite sera opérationnel, les États-Unis disposeront d'un système de surveillance à haute résolution qui sera capable de « voir » à travers l'obscurité et la couche de nuages.

La vérification des traités sur le contrôle des armements au moyen de stations spatiales n'est plus l'apanage du programme militaire américain de reconnaissance par satellite. Un nombre croissant de satellites commerciaux peuvent permettre à d'autres pays de surveiller de façon indépendante, dans une certaine mesure, le respect des traités.[2] Le plus connu est le français SPOT (« Satellite pour l'observation de la terre ») lancé en février 1986. Ce satellite a une puissance de résolution de 10 m pour les images en noir et blanc et de 20 m pour les images en couleurs. En plus, il peut orienter ses miroirs jusqu'à un angle de 27° à droite ou à gauche, ce qui lui permet de produire des images stéréoscopiques. Le SPOT n'est pas le seul satellite commercial indépendant mis sur orbite autour de la terre ces dernières années. En mars 1987, le Japon a installé en orbite son satellite océanique MOS-1, capable d'une résolution de 50 m; en 1988, l'Union soviétique a lancé pour le compte de l'Inde le satellite IRS-1 (résolution de 36 m); enfin, en septembre 1988, Israël a lancé son satellite expérimental OFFEQ-1.

Un des obstacles techniques à l'utilisation des satellites commerciaux pour vérifier les ententes de contrôle des armements a été leur capacité de résolution au sol relativement faible. Toutefois, la nouvelle génération de satellites prévue pour le début des années 1990 pourrait surmonter cet obstacle. Le satellite japonais ERS-1, dont le lancement est prévu pour 1992, est pourvu d'un RSO d'une capacité de résolution de 18 m. Le RADARSAT canadien, qui devrait être lancé en 1994, sera lui aussi muni d'un RSO d'une capacité de résolution d'une précision de moins de 10 m.[3] D'autres pays, dont le Brésil, la Chine et le Royaume-Uni, poursuivent également des programmes commerciaux indépendants d'utilisation de satellites qui devraient se matérialiser dans les années 1990. Les satellites commerciaux de la prochaine génération auront la capacité technique d'utiliser la télédétection à partir de l'espace afin de vérifier l'application de traités pour le compte de pays autres que les États-Unis et l'Union soviétique. Les conséquences opérationnelles et politiques de ce fait nouveau font l'objet de recherches et de débats continus.

Surveillance aérienne

Il existe plusieurs types d'avions de reconnaissance susceptibles, de par leurs caractéristiques, de s'acquitter de tâches de vérification des forces armées

conventionnelles en Europe. Le premier appareil de reconnaissance stratégique en haute altitude était le U-2 américain, mis en service en 1956.[4] La version actuelle, le U-2R, a un rayon d'action de 5 000 km à la vitesse maximale d'environ 1 000 km/h et à une altitude de 12 200 m, avec un plafond opérationnel de 21 300 m. Il transporte un ensemble de spectromètres à rayons infrarouges, de caméras optiques, ainsi qu'un radar aéroporté à balayage latéral (SLAR). Naguère l'élément central du programme américain de reconnaissance stratégique, il a été remplacé, pour la plupart des tâches qu'il accomplissait, par le SR-71 Blackbird ou par des satellites de reconnaissance. Toutefois, il est encore en service dans certaines régions, notamment en Amérique centrale et dans le bassin des Antilles.

Le SR-71 Blackbird a commencé ses opérations le 7 janvier 1966. Il a une vitesse de Mach 4 à 38 100 m, et peut filmer une région de 155 000 km2 par heure en volant à une altitude de 25 900 m. Il transporte, lui aussi, divers appareils de détection, dont un SLAR[5] doté d'une portée oblique de 100 km et un RSO capable d'obtenir des images en pleine obscurité à partir de hautes altitudes.

Les autres avions susceptibles de servir à la vérification des forces armées conventionnelles en Europe sont le Boeing E-3 Sentry AWACS (système aéroporté d'alerte et de surveillance) spécialement modifié, et certains avions à turbopropulsion à long rayon d'action tels que le Boeing Dash 8 Series 300. En décembre 1989 à Ottawa, un consortium formé de trois compagnies canadiennes (Canadair, INTERA Technologies et MacDonald Dettwiler) a présenté à certains hauts fonctionnaires fédéraux les capacités techniques du « Challenger de surveillance », un dispositif de surveillance aéroporté combinant l'avion Challenger de Canadair et le radar à synthèse d'ouverture IRIS (système intégré d'images radar) de MacDonald Dettwiler. Selon les représentants du consortium, le Challenger de surveillance peut couvrir une grande étendue de territoire en peu de temps. Par exemple, trois avions équipés de RSO pourraient couvrir trois millions de kilomètres carrés en douze heures.[6]

Figure A-1 Probabilité globale de détection — Durée de l'intervalle = 5 jours

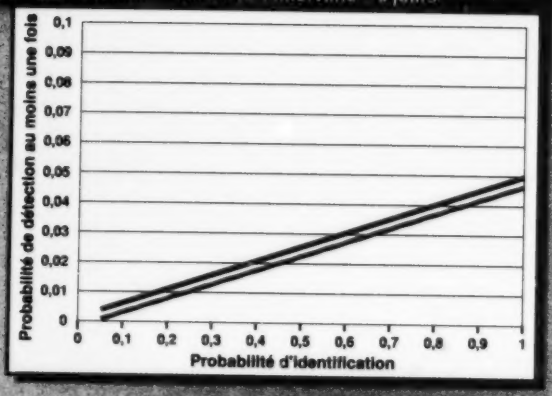


Figure A-2 Probabilité globale de détection — Nombre accru de sorties

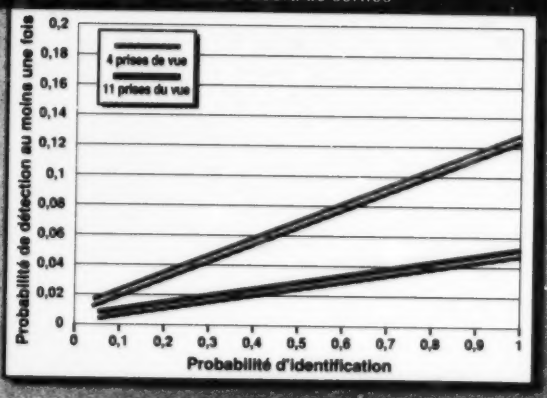


Figure A-3 Probabilité globale de détection — Surveillance par satellite

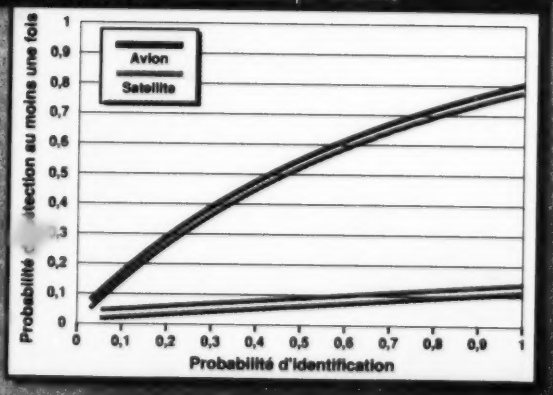


Figure A-4 Probabilité globale de détection — Sous-région de l'Europe de l'Est

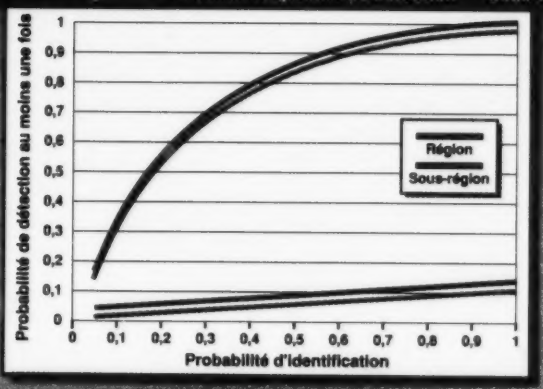
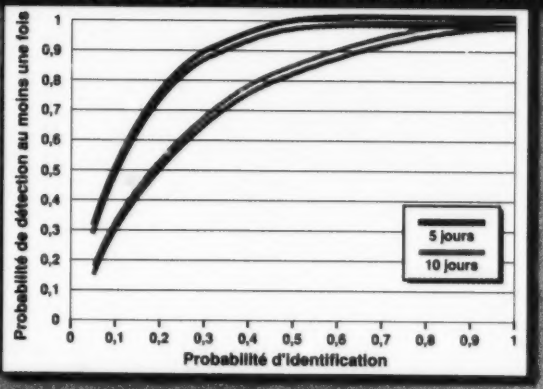


Figure A-5 Probabilité globale de détection — Durée de l'intervalle = 10 jours



La figure A-1 résume la probabilité théorique de détection au moins une fois d'une unité militaire se trouvant « illégalement » hors de sa garnison, selon l'hypothèse de quatre sorties d'avions durant un intervalle de recherche de cinq jours.

La figure A-2 compare la probabilité globale de détection d'une violation du traité selon l'hypothèse de référence à celle que l'on obtient en supposant 11 sorties d'avions durant le même intervalle de recherche.

La figure A-3 compare la probabilité de détection selon l'hypothèse du « nombre accru de sorties » à celle que l'on obtient avec un système de satellites de surveillance faisant 11 « prises de vues » dans le secteur occidental de la région « de l'Atlantique à l'Oural » durant l'intervalle de cinq jours.

La figure A-4 compare la probabilité de détection d'une violation du traité selon l'hypothèse du « nombre accru de sorties » à celle que l'on obtient dans la région de l'Europe centrale en supposant que les 11 sorties d'avions durant l'intervalle de recherche de cinq jours sont restreintes à l'Allemagne de l'Est et à la Tchécoslovaquie.

La figure A-5 compare la probabilité globale de détection selon l'hypothèse du « nombre accru de sorties/sous-région de l'Europe de l'Est » à celle que l'on obtient en supposant 22 sorties d'avions durant un intervalle de recherche de 10 jours dans la même sous-région.

Notes

1 Voir, par exemple, John A. Adam, « Verification: Peacekeeping by Technical Means », *IEEE Spectrum* (juillet 1986) : 42-56; et Kosta Tsipis, « Arms Control Pacts Can Be Verified », *Discover* (avril 1987), pp. 79-93.

2 Hugh De Santis, « Commercial Observation Satellites and Their Military Implications: A Speculative Assessment », *The Washington Quarterly* 12 (été 1989) : 185-200; et Johan Swahn, « International Surveillance Satellites — Open Skies for All? », *Journal of Peace Research* 25 (septembre 1988), pp. 229-44.

3 Pour mettre au point le nouveau satellite PAXSAT, la société Spar Aérospatiale, avec la collaboration de l'Unité de vérification et de recherche d'Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada, a puisé dans les données obtenues à la suite du projet RADARSAT et d'autres activités canadiennes dans le domaine de la recherche aérospatiale.

4 Pour obtenir une description des aéronefs de reconnaissance à voilure fixe, voir *Airborne Remote Sensing for C.F.E. Verification: The Platform*, SER-8-2295 (Toronto: Boeing Canada, de Havilland Division, 1989); Jeffrey Richelson, « Technical Collection and Arms Control », dans *Verification and Arms Control*, éd. William C. Potter (Lexington, Massachusetts : Lexington Books, 1985) : 169-216; et *Verification: Peacekeeping by Technical Means*, pp. 42-56.

5 Le SLAR peut utiliser un radar à ouverture synthétique ou à ouverture réelle.

6 *Airborne Surveillance: A National Sovereignty Requirement*, présentation donnée par des représentants d'INTERA, de Canadair et de MacDonald Dettwiler, Ottawa (Canada), décembre 1989.

Partie 3 : Établissement d'un modèle applicable au problème de la vérification

Il ne fait aucun doute que les systèmes évoqués dans la partie précédente sont très performants sur le plan technique dans leurs usages courants. Ce dont on est moins sûr, toutefois, c'est de leur efficacité dans le monde nouveau de la vérification du contrôle des armements conventionnels. En l'occurrence, la notion d'« efficacité » suppose que ces systèmes soient raisonnablement capables de déceler une violation des dispositions d'un traité dans un délai acceptable. Or leur succès repose, en partie, sur la situation militaire créée par le traité. Par conséquent, il est essentiel que les négociateurs reconnaissent l'existence des facteurs opérationnels existants afin d'être en mesure d'incorporer à l'accord les paramètres appropriés. Le modèle suivant fait ressortir le rapport qui existe entre ces facteurs et l'efficacité des systèmes aériens et basés dans l'espace.

Violation du traité — Définition

La notion d'efficacité ne saurait être abordée sans que l'on ait d'abord défini l'expression « violation du traité ». En pratique, il y a autant de types de violations qu'il existe des dispositions de limitation dans l'accord. Par exemple, le dépassement par un seul char d'assaut d'une limite établie à 20 000 chars constitue techniquement une violation, mais celle-ci présente une importance insignifiante sur le plan militaire. Dans le modèle présenté ici, on s'intéresse non pas à la détection de petits accrocs aux plafonds établis pour les différentes armes, mais plutôt à la détection de violations « militairement significatives ». La définition de cette dernière expression est fonction de la « mesure de stabilisation » suivante, que l'on pourrait intégrer à un éventuel ensemble de mesures de soutien de la CFE, soit la « prénotification des activités hors garnison ».

Cette disposition figurait dans la proposition déposée par l'OTAN en décembre 1979 pendant les négociations sur les « Réductions mutuelles et équilibrées des forces », ainsi que dans sa proposition relative à l'étape 1, déposée le 5 décembre 1985.[1] Elle supposait la notification des activités hors garnison d'une ou de plusieurs « formations du niveau de division »[2] à l'intérieur de la zone d'application - la zone des directives de l'OTAN (NGA)[3] — et des districts militaires occidentaux de l'URSS. Un programme relatif à ces activités serait publié dans un calendrier annuel et les renseignements supplémentaires seraient fournis au plus tard 30 jours avant chaque activité.[4]

L'ensemble de mesures de soutien de septembre 1989 comprenait des dispositions sur la prénotification des mouvements d'équipements terrestres limités par traité dépassant (dans une période de deux semaines) 600 chars de combat principaux, 400 pièces d'artillerie et 1 200 transports de troupes blindés.

Un avis écrit, comprenant notamment le but du mouvement, le nombre d'éléments en cause, leurs garnisons normales en temps de paix, leur destination prévue et la durée de leur séjour à l'extérieur, serait exigé 42 jours à l'avance.[5] De la même façon, chaque participant devrait annoncer au moins 12 mois à l'avance l'unique activité militaire mettant en cause plus de 40 000 hommes de troupe ou 800 chars de combat principaux permise par période de deux ans.[6]

Comme les exemples qui précèdent le montrent, la notion de prénotification des activités hors garnison n'est pas sans précédent dans les propositions antérieures de contrôle des armements conventionnels. De plus, cette mesure de stabilisation facilite grandement la surveillance du respect du traité. Il va de soi que les forces restantes, après les réductions, demeurent à l'intérieur de garnisons désignées. Toutes les activités hors garnison, c'est-à-dire les exercices d'entraînement et la rotation des unités à l'intérieur ou à l'extérieur de la zone d'application, sont déclarées à l'avance et comprennent des renseignements sur des données telles que les horaires, la durée, le lieu, les unités participantes, etc. La présence de formations militaires non autorisées à l'extérieur de leurs zones de garnison, c'est-à-dire celles à l'égard desquelles aucune notification n'a été faite, constitue une violation du traité.

Objectif

L'objectif de l'exercice de vérification est de déceler une violation involontaire mais militairement significative du traité.

1) Violation « militairement significative » —

Il s'agit de la présence non autorisée d'une ou de plusieurs formations du niveau d'unité — brigades, divisions, armées, etc.— à l'extérieur de leur garnison désignée, c'est-à-dire une ou plusieurs unités engagées dans des activités hors garnison n'ayant fait l'objet d'aucune notification. Les exemples suivants présentés dans l'« analyse » supposent la présence, dans la zone de couverture, d'une seule « cible », consistant en une ou plusieurs unités, opérant ensemble. Toutefois, le modèle peut servir pour des cibles multiples mettant en cause de nombreuses unités opérant de façon indépendante.

2) Violation « involontaire » —

De façon générale, les violations du traité sont volontaires ou involontaires, selon l'intention des auteurs. Dans le premier cas, le violateur tente délibérément de contourner les termes du traité, par exemple afin de faciliter les préparatifs en vue d'un action offensive; si l'on tient pour acquis qu'il désire préserver l'effet de surprise stratégique et tactique, le violateur essaiera de soustraire ces activités à l'examen des systèmes de surveillance. Dans le second cas, au contraire, il s'agit

d'une violation non voulue et donc, non dissimulée; par exemple, des mesures non autorisées prises par un commandant d'unité « têtu », ou encore une mauvaise coordination de la rotation des unités dans la zone d'application. C'est le cas auquel le modèle suivant s'applique.

Le régime de vérification vise donc à dissuader un participant de commettre une violation militairement significative et involontaire (c'est-à-dire observable) du traité et ainsi, à en renforcer le respect quotidien. Pourquoi cela est-il important? Parce que la découverte des violations, même celles qui ne procèdent d'aucune intention malveillante, risque de perturber la stabilité du contexte créé par le traité, d'entraîner des récriminations et, à l'extrême, de provoquer la dénonciation du traité. Qui plus est, elle peut détruire la confiance en l'honnêteté des intentions des autres parties, et avoir des effets qui déborderont le cadre du traité pour s'étendre jusqu'aux relations politiques. En supposant que les participants ont conclu le traité de bonne foi, aucun d'entre eux ne souhaitera briser l'harmonie des relations par sa négligence. Dans le contexte d'un régime de vérification efficace que les participants estiment capable de déceler pratiquement toute infraction observable, on prendra bien soin de réduire au minimum les violations involontaires. De cette façon, un régime efficace renforce la discipline des participants et crée un milieu plus stable.

L'expérience binomiale

Le problème de la vérification est exprimé sous la forme d'une expérience binomiale. En général, celle-ci présente les caractéristiques suivantes :[7]

1) Elle comprend « n » essais identiques (« n » étant un nombre fini positif).

2) Chaque essai aboutit soit au succès, soit à l'échec.

3) La probabilité de succès — p(s) — d'un essai unique est égale à la valeur « p » et est la même pour chaque essai. À l'inverse, la probabilité d'échec — p(f) — est égale à 1 moins la probabilité de succès (1 - p), soit la valeur « q ».

4) Les essais sont indépendants les uns des autres.

Comment ces propriétés apparaissent-elle dans le problème de la vérification? Examinons chacune à tour de rôle.

Propriété 1) — Une « prise de vue » par le système de surveillance dans la zone d'application représente un « essai ». En outre, toutes les prises de vue sont supposées être identiques. C'est-à-dire que les paramètres de fonctionnement de chaque observation sont les mêmes — type de capteur, résolution cible, portée du capteur, erreur et instabilité de pointage, imperfections des systèmes optiques, etc.

Propriété 2) — Chaque essai ou prise de vue aboutit à un de deux résultats : la violation est décelée (succès) ou elle ne l'est pas (échec). Sur le plan opérationnel, la question n'est jamais aussi tranchée; la preuve technique d'une violation possible est souvent ambiguë, auquel cas l'événement en question est suivi jusqu'à ce que sa signification devienne évidente ou qu'une demande de clarification soit formulée. Toutefois, son utilisation ici renvoie au contexte politique plus large dans lequel les questions de respect du traité sont débattues. Le « succès » (violation décelée) implique que la preuve technique obtenue à partir d'une prise de vue est concluante, c'est-à-dire que les autorités politiques sont convaincues, à la lumière de la preuve, qu'une violation a eu lieu et qu'une accusation à cet effet peut être étayée (bien que d'autres considérations puissent empêcher qu'une accusation soit portée concrètement). Ou encore, la preuve technique peut être ambiguë, ce qui amènera les autorités politiques à conclure que leurs motifs sont insuffisants pour dénoncer le contrevenant présumé. Tant cette éventualité que celle dans laquelle aucune activité « répréhensible » n'a été mise au jour représentent un « échec » (violation non décelée) pour un essai donné.[8]

Propriété 3) — La probabilité de détection pour chaque prise de vue est égale au rapport entre la zone examinée (la « bande de terrain balayée par le radar ») et la zone de couverture. Les technologies actuelles ne permettent pas de surveiller la zone de couverture dans sa totalité et en tout temps, c'est-à-dire que les limites des bandes de terrain balayées par les satellites et les capteurs aéroportés ne coïncident pas avec celles des zones à surveiller.[9] Pour cette raison, la région est sondée au moyen d'une série de prises de vue, chacune examinant une de ses parties. Le principe est analogue à l'éclairage d'une grande table au moyen d'une lampe de poche : chaque prise de vue du capteur représente un cercle de lumière illuminant une partie de la table. La probabilité que la cible se trouve dans ce « cercle de lumière » équivaut simplement au rapport entre la zone examinée et la superficie totale de la région faisant l'objet de la surveillance. Par exemple, supposons que la zone de couverture comprenne toute l'Europe de l'Est et la partie occidentale de l'Union soviétique (5,96 millions de km^2 depuis la frontière entre les deux Allemagnes jusqu'à l'Oural) et que la bande de terrain examinée par un système de surveillance sur satellite dans cette région soit de 777 000 km^2 (2 400 × 320 km). Le rapport entre les deux est d'environ 1 à 8. Ainsi, la probabilité que la cible se trouve dans la région observée dans une prise de vue du système de détection est égale à 1 contre 8.

Propriété 4) — On formule l'hypothèse que la région sous surveillance est examinée de façon aléatoire et qu'il n'y a aucune restriction quant au nombre de fois où un secteur particulier au sein de cette région peut être observé. Autrement dit, le fait qu'une région soit observée au cours d'une prise de vue ne l'empêche pas de l'être de nouveau dans des prises de vue subséquentes. À strictement parler, aucune séquence de recherche d'un système de surveillance n'est complètement

aléatoire. Les surfaces observées ont une relation spatiale les unes avec les autres; la position du système au temps « t + 1 » dépend invariablement de sa position au temps « t ». Quoi qu'il en soit, la flexibilité de déplacement des avions leur permet d'obtenir très facilement une séquence de recherche approximative aléatoire. Les capteurs à bord de satellites posent un problème un peu plus délicat puisque ces derniers suivent normalement des trajectoires orbitales régulières et prévisibles; ils sont parfois manoeuvrables mais au détriment de leur durée de vie opérationnelle, par exemple à cause de la diminution prématurée de leurs réserves de carburant. Toutefois, pour ce qui est de la couverture de vastes étendues de territoire, la fréquence relativement élevée des visites dans le temps rend, dans les faits, la séquence de recherche aléatoire à long terme. Ainsi donc, le modèle peut s'appliquer également au cas de la surveillance par satellite.

De la façon dont il est défini ici, le problème de la vérification — soit la détection des violations militairement significatives et involontaires — peut s'exprimer sous la forme de l'expérience binomiale. Bien que celle-ci soit de toute évidence une abstraction, les éléments essentiels du problème correspondent aux propriétés de l'expérience.

Le modèle de vérification

Les parties constituantes du modèle peuvent maintenant être définies. Elles comprennent les éléments qui suivent.

1) La probabilité de détection —

Elle dépend de deux facteurs :

i) La probabilité d'observation

Comme on l'a déjà montré, les limitations technologiques ne permettent pas de surveiller en permanence l'ensemble de la zone d'application du traité. Ainsi, la probabilité que la cible se trouve dans la bande de terrain balayée par le système de surveillance pour chaque prise de vue est représentée par l'équation suivante :

$$p(o) = s/c$$

où $p(o)$ = la probabilité d'observation;
s = la bande de terrain balayée;
c = la zone de couverture.

Un calcul illustrant le comportement de cette variable a été présenté dans l'étude de la propriété 3).

ii) La probabilité d'identification

La cible peut bien se trouver dans la bande de terrain balayée par les capteurs, mais l'identification de l'unité ou des unités non autorisées n'en est pas pour autant assurée. Divers facteurs peuvent nuire au rendement des capteurs, notamment certaines conditions environnementales qui peuvent entraver le fonctionnement de certains capteurs ou systèmes de surveillance. Par exemple, les satellites de photoreconnaissance ne peuvent percer l'obscurité ou la couche de nuages (ces obstacles peuvent être surmontés par l'utilisation de capteurs à imagerie thermique ou d'imageurs radars). Ou encore, un brouillard épais, une forte tempête ou d'autres conditions atmosphériques peuvent retarder le départ d'un avion de reconnaissance, voire le clouer au sol.

Par ailleurs, la faiblesse de la limite de résolution au sol des capteurs, qui revêt une importance particulière pour les systèmes sur satellite, peut ne pas permettre l'identification précise de l'unité ou des unités décelées. Le tableau 1 résume les limites requises pour l'interprétation des signaux propres à diverses cibles.

Avec une limite de résolution de 20 m, par exemple, un satellite de reconnaissance peut déceler la présence d'une unité d'hommes de troupe ou d'un bivouac. Par contre, pour décrire la cible en détail, une limite de résolution de 0,3 m est nécessaire, ce qui représente une capacité de différentiation importante, surtout si la cible est juxtaposée à d'autres unités participant à des activités hors garnison permises. Or une résolution élevée et une capacité de différentiation plus grande coûtent cher. À mesure que la résolution relative à la cible s'accroît, un plus grand nombre de données sont transmises aux stations terrestres, ce qui sollicite une plus grande quantité d'énergie des piles solaires du satellite. Par surcroît, la gestion des données devient plus complexe parce qu'on reçoit de nombreuses images finement détaillées, problème que nous allons maintenant aborder.

Tableau 1

Limite de résolution au sol requise pour la vérification de l'appplication du traité et la surveillance des situations de crise (en mètres)

Objet	Détection	Reconnaissance	Identification	Description
Formations ou Bivouacs	20,0	2,1	1,2	0,30
QG	3,0	1,5	0,9	0,15
Dépôts de ravitaillement	1,5	0,6	0,3	0,03
Véhicules	1,5	0,6	0,3	0,05
Artillerie et missiles	0,6	0,3	0,15	0,05

Source : Dietrich Schroeer, Science, Technology, and the Nuclear Arms Race *(New York : John Wiley and Sons, Inc., 1984), p.376.*

Il se peut qu'on éprouve des difficultés dans l'analyse et l'interprétation des données reçues des systèmes de surveillance. Un problème qui faussait l'interprétation par le passé était la qualité des images, et particulièrement la clarté des photographies prises par les capteurs aériens. Grâce à l'utilisation de techniques informatiques avancées, par exemple le filtrage spatial et l'accentuation des contrastes, le problème des photographies floues ou très détériorées a en grande partie été surmonté.

Toutefois, le principal obstacle à l'interprétation en temps opportun des données recueillies reste la capacité du système à traiter des quantités sans cesse croissantes de données avec des ressources humaines et matérielles limitées. Pour illustrer l'ampleur de ce problème, disons qu'il faudrait de 10 000 à 100 000 années-personnes pour examiner une image complète de l'Amérique du Nord à une limite de résolution au sol de 10 cm.[10] Pour éliminer une partie de cette masse de données, la couverture des zones dans lesquelles des activités illégales sont peu probables pourrait être moins astreignante; par exemple, la limite de résolution des capteurs sur satellite peut être abaissée dans les régions vraisemblablement « sûres ». Toutefois, cette pratique risque de causer des « surprises » si des activités interdites sont découvertes pour la première fois à des endroits qui n'avaient jusqu'alors fait l'objet que d'une surveillance superficielle.

En général, l'évasion et la dissimulation nuisent aussi à l'identification des cibles. Toutefois, l'incorporation de ces facteurs dans le cadre de ce modèle s'avère problématique. L'évasion désigne la coordination de mouvements d'unité(s) non autorisée(s) avec la séquence prévue de recherche du système de surveillance, de façon que cette ou ces unités restent toujours en dehors de la bande de terrain balayée. Un contrevenant qui tenterait sciemment de contourner les dispositions du traité essaierait probablement de se soustraire à la détection afin de préserver son effet de surprise stratégique et tactique. Dans de telles circonstances, le modèle ne s'applique pas. Une telle situation ferait davantage l'objet d'un modèle qui serait constitué d'un jeu à deux comportant diverses stratégies de recherche et d'évasion pour la partie inspectrice et la partie inspectée, respectivement.[11]

Quant à la dissimulation, elle désigne des mesures passives prises par le contrevenant pour cacher la présence de la cible au système de surveillance. La cible n'est pas soustraite à la séquence de recherche du système; on utilise plutôt d'autres techniques de camouflage et de dissimulation pour empêcher le système de surveillance de reconnaître la cible quand il survole la région. Par conséquent, la dissimulation diminue effectivement l'acuité du système de surveillance, et donc la probabilité d'identification. Toutefois, l'inclusion de ce facteur dans l'analyse soulève un illogisme. Dans sa définition initiale, le problème supposait que la violation était involontaire et causée vraisemblablement par la négligence ou un contrôle et une coordination organisationnels déficients. Retenir l'hypothèse selon laquelle le violateur essaie de camoufler les unités contrevenantes implique qu'il

a conscience du fait qu'il enfreint le traité, et donc, que la violation ne peut être involontaire. Pour assurer la logique dans la définition du problème, le modèle part du principe qu'aucun effort de dissimulation n'est fait.

Pour résumer le tout, disons que même si de nouveaux raffinements sont apportés aux technologies des capteurs, au traitement et à la gestion des données, à l'interprétation assistée par ordinateur, etc., la tâche d'interpréter les données ne donnera jamais lieu à des résultats parfaits. Autrement dit, il reste des chances que le système ne soit pas capable de déceler à temps une violation de traité même si le système de surveillance a balayé la région. Par conséquent, les estimations quant à la probabilité d'identification doivent être incorporées au calcul de la probabilité globale de détection.

Donc, la probabilité de détection est une probabilité conditionnelle qui dépend de l'intersection de deux événements :

événement A : la cible se trouve dans la région balayée par le capteur;

événement B : le capteur ou le système d'interprétation décèle une violation.

D'après la loi multiplicative des probabilités, la probabilité de l'intersection de ces deux événements s'exprime ainsi :

$$p(ab) = p(a) \times p(b|a)$$

c'est-à-dire que la probabilité que les deux événements surviennent est égale à la probabilité du premier multipliée par la probabilité du second, à condition que le premier soit déjà survenu.[12] Appliquée au modèle, la probabilité de détection s'énonce de la façon suivante :

$$p(d) = p(o) \times p(i)$$

où p(d) = la probabilité de détection;
p(o) = la probabilité d'observation;
p(i) = la probabilité d'identification si la cible est observée.

Pour illustrer cela, supposons que la probabilité d'observation est de 1/8 ou 0,125 (voir ci-dessus). Si la probabilité d'identification est de 0,95 (c'est-à-dire que si la cible se trouve dans la bande de terrain balayée par les capteurs du système de surveillance, le système de surveillance l'identifiera dans 95 % des cas), la probabilité de détection égale 0,125 x 0,95, soit 0,119. Chaque prise de vue a donc approximativement 12 % de chances de déceler la violation.

2) Le nombre de prises de vue

Le nombre de prises de vue faites par le système de surveillance dépend de la durée de l'intervalle et du rythme auquel les prises de vues sont faites :

$$L = t \times r$$

où L = le nombre de prises de vue;
t = la durée de l'intervalle;
r = le nombre de prises de vue par unité temporelle.

Par exemple, supposons que le système de surveillance balaie une bande de terrain de la zone de couverture trois fois par jour. Supposons également que la durée de l'intervalle soit de 10 jours. Le nombre de prises de vue faites par le système sera donc de 30.

Nous avons maintenant défini les variables du modèle. La probabilité de déceler une violation au moins une fois[13] au cours d'un intervalle donné peut se calculer à l'aide de la distribution de probabilité binomiale :[14]

$$p(D) = 1 - [1 - p(d)]^L$$

où p(D) = la probabilité de détection au moins une fois.

Si nous revenons à l'exemple, la probabilité de détection de chaque prise de vue était de 0,119, et 30 prises de vue ont été faites sur une période de 10 jours. Par conséquent, la probabilité d'au moins une détection de la cible est de 0,9777. Il a y donc 98 % de chances que la violation soit décelée dans cette période de 10 jours.[15]

Analyse

Avant d'entreprendre l'analyse, nous devons rappeler que les estimations relatives à la probabilité globale de détection qui sont présentées ici ne servent qu'à illustrer le phénomène. Le modèle à partir duquel ces estimations sont tirées est une simplification de la réalité et ne peut donc tenir compte de tous les facteurs opérationnels qui modifient cette réalité. Par conséquent, ces estimations donnent tout au plus une idée des probabilités réelles de détection. De toute façon, l'analyse qui suit fait ressortir les rapports qui existent entre les variables clés du problème de vérification et la vraisemblance d'une détection. C'est l'étude de ces rapports plutôt que l'estimation précise des probabilités de détection qui favorise le modèle binomial pour l'examen du problème de vérification.

Dans l'exemple, on présume que la tâche de surveillance est exécutée par un RSO.[16] La télédétection aéroportée utilisée dans le cadre de la vérification du contrôle des armements conventionnels a reçu une attention spéciale ces derniers

mois, comme en témoigne la proposition relative aux « ciels ouverts » du président Bush. Ces systèmes possèdent de nombreux avantages opérationnels et politiques par rapport aux systèmes sur satellite, particulièrement en ce qui concerne la vérification des forces armées conventionnelles en Europe. Sur le plan opérationnel, la fréquence de vol, le profil de vol, l'itinéraire et la couverture déterminés pour les aéronefs à voilure fixe peuvent facilement être modifiés; des inspections sur court préavis peuvent être effectuées partout dans la zone de couverture; des équipes d'observateurs peuvent être transportées sans que l'on perde de capacité de surveillance; les capteurs peuvent facilement être réparés ou remplacés; et enfin, les coûts relatifs à la durée de vie utile sont inférieurs à ceux des systèmes sur satellite.[17] Sur le plan politique, la surveillance aérienne ouvre le processus de vérification à tous les participants. L'utilisation exclusive des moyens techniques nationaux limite les possibilités de vérification aux seuls États qui disposent des ressources techniques et financières pour entretenir des systèmes de surveillance basés dans l'espace; grâce aux systèmes aéroportés, le processus devient vraiment multilatéral. Les participants au processus étant de plus en plus sensibilisés aux avantages de la surveillance aérienne, il est instructif d'examiner le problème de la vérification par rapport à ces systèmes d'abord (comme on l'a déjà mentionné plus haut, le modèle s'applique également à la surveillance par satellite).

Dans le modèle, on formule les hypothèses suivantes. La zone de couverture (du point de vue de l'OTAN) comprend l'Europe de l'Est et les régions occidentales de l'Union soviétique jusqu'aux monts Oural, soit une étendue d'environ six millions de kilomètres carrés. Un levé aérien de toute la région est réalisé tous les trois mois. Une sortie d'avion permet de couvrir 3 000 km à 7 620 m d'altitude en 9,3 heures avec une bande de terrain balayée par RSO de 25 km de large.[18] Le problème de la vérification étant défini de cette façon, la question de la recherche se pose comme suit :

> *Comment augmenter la probabilité que le système de surveillance aérienne décèle une violation du traité — soit une ou des unités « illégalement » hors garnison — dans la zone de couverture au moins une fois durant un intervalle d'une durée donnée (établi initialement à cinq jours)?*

Les valeurs des deux variables du modèle — la probabilité de détection [p(d)] et le nombre de prises de vue [L] — sont calculées en fonction de ces hypothèses. Les calculs initiaux, représentant les données de référence aux fins de l'analyse, sont présentés au tableau 2.

On suppose que les probabilités globales de détection se substituent à ces valeurs dans le modèle binomial défini ci-dessus; les résultats se trouvent au tableau A-1 de l'annexe, et sous forme de graphique à la figure A-1. Répétons qu'aucune signification pratique ne doit être associée à ces estimations en elles-mêmes; il faut plutôt accorder de l'attention à l'orientation des rapports entre la probabilité de détection et les variables et paramètres du modèle.

Tableau 2

Hypothèses et calculs de référence

Hypothèses :

1. Zone de couverture = 5 965 044 km²

2. Fréquence de couverture = une fois tous les trois mois *

3. Couverture par l'avion = 3 000 km en 9,3 heures à 7 620 m *

4. Couverture par le capteur (radar) = bande de 25 km à 7 620 m *

Calculs :

1. Probabilité de détection [p(d)]
   Couverture par l'avion par sortie *
   à 7 620 m = 3 000 km × 25 km = 75 000 km²

$$p(o) = \frac{s}{m} = \frac{75\,000}{5\,965\,044} = 0{,}012$$

   Par conséquent,
   $p(d) = p(o) \times p(i) = 0{,}012 \times p(i)$
   puisque $p(i) = (0{,}05 \rightarrow 1{,}0)$ en 0,05 accroissement

2. Nombre de prises de vue [L]
   Nombre de sorties requis $= \frac{5\,965\,044}{75\,000}$
   = 79,53 par trimestre
   = 318,12 par année

$$\text{Taux de prises de vue} = \frac{318{,}12}{365} = 0{,}87 \text{ per day}$$

   Durée de l'intervalle = 5 jours
   Nombre de prises de vue = $t \times r$ = 5 jours × 0,87 par jour
   = 4,35 ≈ 4 prises de vue

* *Source* : Airborne Remote Sensing, *pp.17-19.*

D'après la figure A-1, le premier rapport peut être dégagé : la probabilité d'au moins une détection s'accroît avec la probabilité d'identification, à condition que la probabilité d'observation demeure constante. Rappelons-nous que la probabilité d'identification représente la possibilité que le système de surveillance reconnaisse une violation du traité, à condition que la cible se trouve dans la bande de terrain balayée par le capteur aéroporté. Par exemple, p(i) = 0,05 traduit une chance de 5 % que la cible soit identifiée, à condition que le capteur ait balayé le voisinage; ou encore p(i) = 1 indique que le système identifie toujours la cible

s'il l'a observée. À mesure que la probabilité d'identification s'accroît, c'est-à-dire que la capacité du système de surveillance de reconnaître une violation du traité s'améliore, la probabilité de déceler une violation militairement significative au moins une fois durant l'intervalle de recherche requis s'accroît également.

Considérons maintenant que des modifications sont apportées au nombre de prises de vue. Dans l'hypothèse où le nombre de sorties des avions [r] s'accroît de 2,5 fois pour passer à 2,18 sorties par jour (le nombre d'heures de vol passé dans des missions de surveillance grimpe de 8,1 à 20,3 heures par jour; il serait possible de faire face à ces exigences opérationnelles en augmentant la flotte ou en majorant le taux d'utilisation des avions actuellement affectés à cette tâche). Ce nombre plus élevé de sorties se traduit par un nombre accru de prises de vue par le capteur aéroporté durant l'intervalle de recherche de 5 jours; dans cet exemple, environ 11 sorties sont réalisées [L = 11]. La figure A-2 compare les probabilités globales de détection calculées en fonction de ce nombre de sorties majoré, les probabilités de référence étant présentées dans la figure A-1. Comme on le voit, le nombre plus élevé de prises de vue relève la probabilité globale de détection à chaque niveau de sophistication du système.

Par ailleurs, la bande de terrain faisant l'objet de la recherche peut être agrandie grâce à l'utilisation de capteurs ou de systèmes permettant une couverture plus étendue. Pour un capteur sur satellite qui surveille une bande de terrain de 777 000 km^2 (2 400 km × 320 km) à chaque passe orbitale, la probabilité d'observation égale 777 000 contre 5 965 044, ou 0,13 (soit le rapport entre la zone de recherche et la région de couverture). Donc, pour chaque prise de vue, la probabilité de détection est supérieure à la probabilité de référence pour toutes les valeurs de p(i). Le tableau A-3 compare la surveillance par satellite avec la surveillance aérienne selon un nombre accru de sorties, dont on vient de faire état. On présume que le nombre de prises de vue est le même pour les deux systèmes. On constate que les différences d'estimation de la probabilité globale de détection résultent des différences de valeurs calculées pour la probabilité d'observation. La figure montre que la probabilité globale de détection pour le système de recherche couvrant une étendue plus vaste de territoire est supérieure aux niveaux correspondants de sophistication du système.

On a fait valoir que les systèmes sur satellite, qui surveillent une bande de terrain plus large, compliquent le problème de l'analyse des données parce qu'ils en produisent une quantité astronomique, ce qui empêche souvent leur interprétation en temps opportun. De tels arguments ne tiennent pas compte du fait que l'analyse des données ne constitue qu'un aspect secondaire du processus de dissuasion; elle sert surtout à rassurer la partie inspectrice sur le fait que la dissuasion « fonctionne » et non pas à dissuader la partie inspectée. Du point de vue de cette dernière, l'effet de dissuasion du système de surveillance réside dans l'acte de surveillance lui-même. On ne peut prévoir avec exactitude si la totalité, une

partie ou aucune des données fera l'objet d'un examen. Ce qui est certain, toutefois, c'est que les activités de la partie inspectée dans la zone de couverture font l'objet d'une surveillance et qu'une violation involontaire risque d'être observée dans un délai relativement court. Cette menace constante d'observation renforce l'incitation à se conformer au traité. Du point de vue de la dissuasion, il importe peu que les données recueillies lors des observations soient toutes analysées; du moment que le contrevenant en puissance croit que certaines le seront, il ne peut courir le risque de considérer que ce qui est observé ne sera pas identifié. Par conséquent, il s'efforcera d'éviter les violations involontaires. De cette façon, le problème relatif aux données devient moins lourd pour les systèmes de recherche capables de couvrir de plus vastes étendues de territoire, ce qui milite en faveur de leur utilité continue dans la surveillance de vastes zones de couverture.

Toutefois, cela n'enlève rien à l'utilité des capteurs aéroportés pour la vérification des forces armées conventionnelles en Europe. La surveillance aérienne peut se révéler très efficace dans des zones géographiques restreintes. Considérons, par exemple, une zone de couverture limitée aux États « sur la ligne de front » de l'Europe de Est, soit la République démocratique allemande et la Tchécoslovaquie (désignée ici sous le nom de « sous-région de l'Europe de l'Est »). La superficie combinée de ces deux États est de 236 068 km^2, ou environ 4 % de la zone de couverture dans l'hypothèse de référence. Rappelons que la probabilité d'observation est égale au rapport entre la bande de terrain balayée [s] et la zone de couverture [c]. La couverture par sortie des avions équipés d'un RSO reste inchangée, soit 75 000 km^2; par conséquent, la probabilité d'observation est égale à 75 000 contre 236 068 ou 0,32 (dans l'hypothèse de référence, p(o) = 0,012). C'est-à-dire qu'il y a 32 % de chances que le balayage par le capteur aéroporté passe sur une cible située dans la sous-région critique de l'Europe de l'Est. Dans la figure A-4, les probabilités globales de détection calculées pour la sous-région de l'Europe de l'Est sont comparées avec celles de la région englobante, pour un nombre accru de sorties. La figure illustre le fait que les capacités de détection aérienne s'accroissent de façon spectaculaire à mesure que la zone de couverture se rétrécit. De plus, on n'a pas nécessairement à modifier le nombre de prises de vue faites par les capteurs aéroportés durant l'intervalle de cinq jours à cause des restrictions relatives à l'étendue de la zone de couverture, alors que la fréquence des survols par le satellite tombe dans la même proportion que la superficie de cette zone est réduite.

Enfin, la probabilité globale de détection peut être augmentée par l'assouplissement des exigences applicables à la longueur de l'intervalle [t], ce qui permet d'accroître le nombre de prises de vue faites par le système de surveillance. Par exemple, en supposant un nombre de sorties majoré de 2,18 sorties par jour [r], le système de surveillance aérienne observe une partie donnée de la zone de couverture 11 fois au cours d'une période de 5 jours. Toutefois, si on étend l'intervalle de recherche à 10 jours, par exemple, le système peut faire 22 prises de vue dans la

même zone de couverture. La figure A-5 compare les probabilités globales de détection pour des intervalles de recherche de cinq et de dix jours dans la sous-région de l'Europe de l'Est. Il n'est pas surprenant de constater que les probabilités globales de détection sont plus fortes (compte tenu du degré de sophistication et d'efficacité du système), à mesure que le système de surveillance « observe » plus souvent la zone de couverture.

Jusqu'ici, l'analyse a principalement porté sur les moyens d'améliorer la probabilité globale de détection, dans l'hypothèse implicite que plus la probabilité de détection est élevée, plus l'effet de dissuasion du régime de vérification est fort. Toutefois, quel est le seuil minimal permettant de répondre aux impératifs d'une dissuasion efficace et au-delà duquel l'augmentation des probabilités de détection devient superflue? En d'autres termes, quelles sont les normes minimales de détection nécessaires à la dissuasion contre les violations involontaires du traité? On peut comprendre que la partie inspectrice tient à maximiser le rendement du système de vérification pour s'assurer qu'aucune violation ne passera inaperçue. Ainsi, ce que l'on exigera de lui se rapprochera souvent des normes, soit une proportion de 95 % de chances de déceler une violation militairement significative dans un intervalle de cinq jours, par exemple. En admettant que la zone de couverture soit limitée à la sous-région de l'Europe de l'Est, cette norme [p(D) = 0,95] suppose un nombre accru de sorties [L = 11] et une sophistication ou une efficacité relativement élevée du système [p(i) = 0,75] (voir l'annexe, tableau A-4). Cependant, la norme exagère-t-elle ce qui est nécessaire pour dissuader un contrevenant en puissance de commettre une violation involontaire? Autrement dit, une norme inférieure suffit-elle pour assurer le respect d'un traité que les participants croient être dans leur meilleur intérêt mutuel, comme en témoigne leur signature de l'accord?[19] Imaginons que la norme nécessaire pour susciter une plus grande discipline chez les participants déjà engagés envers le régime prévu par le traité soit inférieure à celle que l'on a établie ci-dessus, par exemple qu'elle soit de 25 % de chances de déceler une violation dans les 5 jours [p(D) = 0,25]. Pour la même zone de couverture, les exigences quant à la sophistication ou à l'efficacité du système seront substantiellement inférieures, p(i) tombant à 8 % contre 75 % à l'origine. Inversement, supposons que l'efficacité du système reste à 75 %. Le seuil minimal de dissuasion reste acceptable même lorsque le nombre de prises de vue est réduit à seulement une sortie par cinq jours. Il y a un risque qu'un taux d'observation si bas affaiblisse l'incitation à se conformer strictement aux termes du traité. Pour surmonter ce problème tout en continuant de respecter la norme de dissuasion, le système de surveillance peut faire 11 prises de vue pendant chaque intervalle de 5 jours, mais n'analyser les données que d'une seule prise de vue sélectionnée au hasard. Ainsi, l'abaissement de la norme applicable au système de vérification au minimum requis pour dissuader la partie inspectée plutôt que pour rassurer la partie inspectrice autorise des réductions dans les capacités opérationnelles exigées du système de vérification.

Notes

1 Cette proposition prévoyait la prénotification des activités hors garnison d'une ou de plusieurs « formations du niveau de division » à l'intérieur de la zone d'application et de la partie européenne de l'URSS; l'avis devait être donné dans un calendrier annuel, auquel devaient s'ajouter, le cas échéant, les détails supplémentaires au moins 30 jours avant l'activité. Un calendrier annuel de mouvements de troupes dans la zone d'application a également été proposé (*The Arms Control Reporter 1986*, p. 401.A.7).

2 Comprend les QG, commandement et contrôle, ainsi que les unités opérationnelles, mais exclut les unités de soutien des services (*Ibid.*).

3 La NGA comprend la Belgique, la Tchécoslovaquie, la République fédérale d'Allemagne, la République démocratique allemande, le Luxembourg, les Pays-Bas et la Pologne.

4 Les pays du Pacte de Varsovie ont fait valoir que cette disposition favorisait indûment l'Ouest; l'OTAN disposait de zones de garnison plus vastes et, donc, n'avait pas besoin d'abandonner ses garnisons aussi souvent que le Pacte de Varsovie pour se livrer à des manoeuvres. Également, les négociateurs de l'Est s'opposaient à l'inclusion de la partie occidentale de l'Union soviétique dans la zone de prénotification (*The Arms Control Reporter, 1986*, p. 401.B.106, 401.B.115). Les Soviétiques et leurs alliés avaient rejeté la même proposition quatre ans plus tôt, mais leur nouvelle détermination d'accepter des mesures de vérification sévères et contrôlables sur place pourrait bien jouer en faveur de son acceptation. À tout le moins, le nouveau climat de négociation exige un nouvel examen du bien-fondé de cette proposition.

5 *Chapitre III : Mesures concernant les échanges d'informations, la stabilisation des forces, la vérification et le non-contournement*, p. 5.

6 *Ibid.*, p. 8.

7 William Mendenhall et James E. Reinmuth, *Statistics for Management and Economics* (North Scituate, Massachusetts: Duxbury Press, 1978), pp. 145-59.

8 Il arrive souvent que la preuve découlant d'une prise de vue ne soit pas, en soi, concluante, alors que la preuve cumulative obtenue à partir d'une série de prises de vue du même événement au fil du temps l'est. Pour simplifier les choses, ce modèle ne fait état de succès ou d'échec que dans la mesure où l'un ou l'autre se rapporte à chaque prise de vue indépendante.

9 Les satellites en orbite géosynchrone pourraient autoriser une couverture élargie permettant de maintenir une surveillance constante sur toute la région comprise entre l'Atlantique et l'Oural. Toutefois, la technologie de la prise de vue rapprochée sur orbite élevée au moyen de dispositifs optiques spéciaux — système de miroirs déformables, de capteurs de fronts d'ondes et de processeurs de fronts d'ondes qui compensent les distorsions causées par les irrégularités et le mauvais alignement des grandes surfaces optiques — n'est pas encore tout à fait au point (J. Richard Vyce and John W. Hardy, « Adaptive Optics: Potential for Verification », dans *Arms Control Verification: The Technologies That Make It Possible*, éd. Kostas Tsipis, David W. Hafemeister et Penny Janeway [Washington, D.C.: Pergamon-Brassey's International Defense Publishers, 1986], pp. 97-103).

10 Herbert F. York, « Reconnaissance Satellites and the Arms Race », dans *Arms Control and Technological Innovation*, éd. D. Carlton et C. Schaerf (New York : John Wiley, 1976), p. 229. À une certaine époque, les États-Unis avaient projeté d'installer un réseau de satellites qui aurait permis une couverture quotidienne globale (projet désigné « KH-X »). Toutefois, l'idée a apparemment été écartée, en raison des difficultés qu'elle supposait sur les plans du traitement et de l'analyse des données (Adam, *Verification: Peacekeeping by Technical Means*, p. 51). D'après une estimation, 3 468 photographies, couvrant chacune une zone de 450 sur 1 000 km à une limite de résolution de 20 m (suffisante pour la détection générale d'unités d'hommes de troupe seulement), prises par deux satellites de reconnaissance lancés par la navette spatiale, permettraient d'obtenir une couverture globale complète. L'enregistrement des photographies aurait exigé plus de 1,5 km de pellicule (Schroeer, *Science, Technology, and the Nuclear Arms Race*, p. 377).

11 Le modèle de Brams et Kilgour applicable au problème de la vérification se présente comme un « jeu » sur le respect ou le non-respect du traité : la partie inspectée a le choix de s'y conformer ou de ne pas le faire, tandis que la partie inspectrice accepte ou rejette la réponse de la première (Steven J. Brams et D. Marc Kilgour, *Game Theory and National Security* [New York: Basil Blackwell Inc., 1988], pp. 143-168). Cette approche du problème diffère de celle du jeu de recherche et d'évasion évoqué ici.

12 Les événements A et B ont un rapport de dépendance, c'est-à-dire que la probabilité de B dépend de la réalisation de A. Par exemple, si les capteurs « tombent pile », la probabilité d'identification est égale à 0,95. Toutefois, si les capteurs « passent à côté », la probabilité d'identification est de zéro (on ne peut identifier ce qui n'est pas observé). Ainsi, la probabilité de B varie selon que A soit survenu ou pas.

13 Notons que l'estimation de la probabilité s'applique à la détection de la violation « au moins une fois ». Autrement dit, la probabilité de déceler la violation une fois et une seule fois ne présente aucun intérêt. Du point de vue du contrevenant, il importe peu qu'il ait été repéré une ou plusieurs fois, puisqu'il suffit qu'il l'ait été. Ainsi, l'estimation définie ici représente une probabilité cumulative : p(une détection) + p(deux détections) + ... + p(L détections).

14 Voir l'annexe, p. 45, pour la construction de cette équation à l'aide de la distribution de probabilité binomiale.

15 En fait, la violation sera très probablement constatée trois fois durant la période de détection — la probabilité de trois détections est égale à 0,2236.

16 Les hypothèses touchant les caractéristiques des avions et des capteurs se trouvent dans *Airborne Remote Sensing for CFE Verification: The Platform*, SFR-8-2295 (Toronto: Boeing Canada, de Havilland Division, 1989).

17 *Ibid.*, pp. 6-7.

18 *Ibid.*, p.17.

19 Évidemment, un État peut signer un accord de contrôle des armements en ayant l'intention de le contourner par la suite et de s'assurer d'un avantage militaire, fût-il mineur ou incertain. Dans de telles circonstances, cependant, la violation du traité n'est pas involontaire, et le scénario de dissuasion ordinaire postulé ici, ainsi que le modèle binomial qui le décrit, ne s'appliquent pas.

Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes penchés sur les propositions en matière de réduction d'armements conventionnels présentées depuis quatre ans, période au cours de laquelle les négociations sur les « Réductions mutuelles et équilibrées des forces » ont graduellement fait place à celles sur les forces armées conventionnelles en Europe. Certes, un bon nombre de ces propositions ont fait ressortir l'importance d'un régime de vérification efficace, mais les propositions déposées par les pays de l'OTAN et par ceux du Pacte de Varsovie lors de la troisième rencontre de la Négociation sur les forces armées conventionnelles en Europe étaient les premières à aborder avec un certain niveau de détail les mesures nécessaires à l'efficacité du régime de vérification.

Après avoir brossé un tableau des techniques de surveillance « en altitude », nous avons ensuite abordé la question de l'efficacité du système du point de vue de la dissuasion de commettre une violation involontaire mais militairement significative du traité. Nous avons ensuite présenté un modèle dérivé de la distribution de probabilité binomiale pour illustrer plusieurs facteurs dont doit tenir compte la négociation des paramètres de fonctionnement d'un réseau multilatéral de surveillance aérienne. Plus précisément, ce modèle montrait que pour accroître les probabilités globales de détection, la partie inspectrice devait :

- utiliser des systèmes de surveillance plus sophistiqués ou plus efficaces (accroître p(i));
- augmenter le nombre de prises de vue de ces systèmes (accroître r);
- utiliser, pour couvrir de vastes étendues de territoire, des systèmes de surveillance capables de balayer des bandes de terrain plus larges, comme des systèmes sur satellite (accroître s);
- confier à des systèmes aériens la couverture des sous-régions critiques (réduire m); et
- augmenter la durée de l'intervalle de recherche (accroître t).

Enfin, nous nous sommes demandé quel était le seuil minimal applicable à une norme de détection nécessaire pour assurer le respect du traité par les États signataires. Dans de nombreux cas, les capacités exigées du système dépassent de beaucoup le niveau nécessaire pour encourager les participants à se conformer aux dispositions du traité. Pour peu qu'on accepte le fait que les participants ne tiennent pas à mettre en péril la stabilité et les garanties apportées par l'existenc du traité à cause de leur négligence, on peut assouplir les normes de fonctionnement

du système. Il faudrait continuer d'assurer une observation maximale de la zone de couverture puisque la fonction de surveillance elle-même fournit le meilleur effet de dissuasion. Toutefois, il est possible de faire preuve de plus de souplesse dans l'affectation des ressources financières, techniques et humaines aux étapes ultérieures du processus de vérification, particulièrement celle de l'analyse des données, tout en maintenant un seuil suffisant pour assurer une dissuasion normale.

La présente analyse constitue une introduction à l'étude de l'efficacité d'un régime de vérification. Parmi les sujets pouvant faire l'objet de recherches plus approfondies, citons les suivants :

1) un examen théorique du jeu de recherche et d'évasion, dans lequel on explorerait les exigences nécessaires pour parvenir à la dissuasion contre les violations intentionnelles du traité; et

2) l'effet de dissuasion des capacités synergiques du système de vérification, c'est-à-dire les chevauchements de capacités d'inspection par les systèmes sur satellite, aéroportés et terrestres qui se renforcent mutuellement.

L'examen de ces dimensions de l'efficacité du régime de vérification pourrait élargir les conclusions de la présente étude, et les améliorer.

Annexe

Établissement du modèle dérivé de la probabilité binomiale[1]

La fonction de la distribution de probabilité binomiale s'énonce comme suit :

$$P(x) = \frac{n!}{x!\,(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x} \qquad \text{(i)}$$

où x = le nombre de succès;
n = le nombre d'essais indépendants;
p = la probabilité de succès de chaque essai.

Le modèle de probabilité binomiale présenté à la p. 35 calcule la probabilité d'**au moins une** détection d'une violation du traité. Autrement dit,

P(au moins une détection) = 1 - P(aucune détection)
= 1 - P(0)

Pour P(0), l'équation (i) devient

$$P(0) = \frac{n!}{0!\,(n-0)!} p^0 (1-p)^{n-0}$$

$$= \frac{n!}{n!} (1-p)^n \quad [0! = 1;\ p^0 = 1]$$

$$= (1-p)^n \qquad \text{(ii)}$$

Par conséquent,

P(au moins une détection) = 1 - P(aucune détection)
$= 1 - (1 - p)^n$ (iii)

Note

1 Je remercie M. Ed Emond, de la Direction des mathématiques et de la statistique, ministère de la Défense nationale, Ottawa (Canada), de son explication du modèle de la probabilité de distribution binomiale et de celui qui en dérive, présenté ici. La responsabilité de l'application de ce modèle au problème de la vérification du contrôle des armements conventionnels appartient uniquement à son auteur.

Tableau A-1

Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours)

p(i)	p(o)	p(d)	p(D)
0,05	0,012	0,0006	0,0024
0,10	•	0,0012	0,0048
0,15	•	0,0018	0,0072
0,20	•	0,0024	0,0096
0,25	•	0,0030	0,0119
0,30	•	0,0036	0,0143
0,35	•	0,0042	0,0167
0,40	•	0,0048	0,0191
0,45	•	0,0054	0,0214
0,50	•	0,0060	0,0238
0,55	•	0,0066	0,0261
0,60	•	0,0072	0,0285
0,65	•	0,0078	0,0308
0,70	•	0,0084	0,0332
0,75	•	0,0090	0,0355
0,80	•	0,0096	0,0379
0,85	•	0,0102	0,0402
0,90	•	0,0108	0,0425
0,95	•	0,0114	0,0448
1,00	0,012	0,0120	0,0471

Remarque :
p(i) = Prob. (identification)
p(o) = Prob. (observation)
p(d) = Prob. (détection) [chaque essai]
p(D) = Prob. (détection au moins une fois)
Nombre d'essais = 4

Tableau A-2

Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Nombre accru de sorties

p(i)	p(o)	p(d)	p(D)
0,05	0,012	0,0006	0,0066
0,10	•	0,0012	0,0131
0,15	•	0,0018	0,0196
0,20	•	0,0024	0,0261
0,25	•	0,0030	0,0325
0,30	•	0,0036	0,0389
0,35	•	0,0042	0,0452
0,40	•	0,0048	0,0516
0,45	•	0,0054	0,0578
0,50	•	0,0060	0,0641
0,55	•	0,0066	0,0703
0,60	•	0,0072	0,0764
0,65	•	0,0078	0,0825
0,70	•	0,0084	0,0886
0,75	•	0,0090	0,0947
0,80	•	0,0096	0,1007
0,85	•	0,0102	0,1066
0,90	•	0,0108	0,1126
0,95	•	0,0114	0,1185
1,00	0,012	0,0120	0,1244

Remarque :
p(i) = Prob. (identification)
p(o) = Prob. (observation)
p(d) = Prob. (détection) [chaque essai]
p(D) = Prob. (détection au moins une fois)
Nombre d'essais = 11

Tableau A-3

Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Surveillance par satellite

p(i)	p(o)	p(d)	p(D)
0,05	0,130	0,0065	0,0692
0,10	•	0,0130	0,1341
0,15	•	0,0195	0,1948
0,20	•	0,0260	0,2516
0,25	•	0,0325	0,3047
0,30	•	0,0390	0,3544
0,35	•	0,0455	0,4009
0,40	•	0,0520	0,4442
0,45	•	0,0585	0,4847
0,50	•	0,0650	0,5226
0,55	•	0,0715	0,5578
0,60	•	0,0780	0,5907
0,65	•	0,0845	0,6213
0,70	•	0,0910	0,6499
0,75	•	0,0975	0,6765
0,80	•	0,1040	0,7012
0,85	•	0,1105	0,7242
0,90	•	0,1170	0,7456
0,95	•	0,1235	0,7654
1,00	0,130	0,1300	0,7839

Remarque :
p(i) = Prob. (identification)
p(o) = Prob. (observation)
p(d) = Prob. (détection) [chaque essai]
p(D) = Prob. (détection au moins une fois)
Nombre d'essais = 11

Tableau A-4

Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (5 jours) — Sous-région de l'Europe de l'Est

p(i)	p(o)	p(d)	p(D)
0,05	0,320	0,0160	0,1626
0,10	•	0,0320	0,3008
0,15	•	0,0480	0,4179
0,20	•	0,0640	0,5169
0,25	•	0,0800	0,6004
0,30	•	0,0960	0,6705
0,35	•	0,1120	0,7293
0,40	•	0,1280	0,7783
0,45	•	0,1440	0,8192
0,50	•	0,1600	0,8531
0,55	•	0,1760	0,8811
0,60	•	0,1920	0,9042
0,65	•	0,2080	0,9231
0,70	•	0,2240	0,9386
0,75	•	0,2400	0,9511
0,80	•	0,2560	0,9613
0,85	•	0,2720	0,9696
0,90	•	0,2880	0,9762
0,95	•	0,3040	0,9814
1,00	0,320	0,3200	0,9856

Remarque :
p(i) = Prob. (identification)
p(o) = Prob. (observation)
p(d) = Prob. (détection) [chaque essai]
p(D) = Prob. (détection au moins une fois)
Nombre d'essais = 11

Tableau A-5

Probabilité de détection au moins une fois durant l'intervalle de détection (10 jours)

p(i)	p(o)	p(d)	p(D)
0,05	0,320	0,0160	0,2987
0,10	•	0,0320	0,5111
0,15	•	0,0480	0,6611
0,20	•	0,0640	0,7666
0,25	•	0,0800	0,8403
0,30	•	0,0960	0,8914
0,35	•	0,1120	0,9267
0,40	•	0,1280	0,9509
0,45	•	0,1440	0,9673
0,50	•	0,1600	0,9784
0,55	•	0,1760	0,9859
0,60	•	0,1920	0,9908
0,65	•	0,2080	0,9941
0,70	•	0,2240	0,9962
0,75	•	0,2400	0,9976
0,80	•	0,2560	0,9985
0,85	•	0,2720	0,9991
0,90	•	0,2880	0,9994
0,95	•	0,3040	0,9997
1,00	0,320	0,3200	0,9998

Remarque :
p(i) = Prob. (identification)
p(o) = Prob. (observation)
p(d) = Prob. (détection) [chaque essai]
p(D) = Prob. (détection au moins une fois)
Nombre d'essais = 11 [cinq jours]
= 22 [10 jours]

Bibliographie sélective

Adam, John A. « Peacekeeping by Technical Means ». *IEEE Spectrum* (juillet 1986), pp. 42-56.

Airborne Remote Sensing for CFE Verification: The Platform. SER-8-2295. Toronto : Boeing Canada, de Havilland Division, 1989.

Airborne Surveillance: A National Sovereignty Requirement. Présentation faite par des représentants d'INTERA, de Canadair, et de MacDonald Dettwiler, Ottawa (Canada). Décembre 1989.

Bertram, Christoph. « Deterrence, Defence and Arms Control ». *NATO's Sixteen Nations* 33 (1988), pp. 21-7.

Blackwill, Robert D. « Conceptual Problems of Conventional Arms Control ». *International Security* 12 (printemps 1988), pp. 28-47.

_____. « Conventional Stability Talks: Specific Approaches to Conventional Arms Control in Europe ». *Survival* 30 (septembre-octobre 1988), pp. 429-447.

Blair, Bruce G., et Brewer, Garry D. « Verifying SALT Agreement ». Dans *Verification and SALT: The Challenge of Strategic Deception*, pp. 7-48. Édition William C. Potter. Boulder, Colorado : Westview Press, 1980.

Blaker, James R. « On-site Inspections: The Military Significance of an Arms-control Proposal ». *Survival* 26 (mai-juin 1984), pp. 98-106.

Borawski, John. « Practical Steps for Building Confidence in Europe ». *Arms Control Today* 18 (mars 1988), pp. 17-18.

« Brussels Declaration on Conventional Arms Control by Ministers at North Atlantic Council Session ». *Revue de l'OTAN* 34 (décembre 1986), pp. 28-29.

Chapitre III : Mesures concernant les échanges d'informations, la stabilisation des forces, la vérification et le non-contournement. Document de la Conférence, Négociation sur les Forces armées conventionnelles en Europe (21 septembre 1989), pp. 1-14.

« Conventional Forces in Europe: A NATO Analysis ». *NATO's Sixteen Nations* 34 (1989), pp. 85-9.

CSCE: A Framework for Europe's Future. Washington, D.C. : U.S. Information Agency, 1989.

De Santis, Hugh. « Commercial Observation Satellites and Their Military Implications: A Speculative Assessment ». *The Washington Quarterly* 12 (été 1989), pp. 185-200.

Dean, Jonathan. « Will Negotiated Force Reductions Build Down the NATO-Warsaw Pact Confrontation? ». *The Washington Quarterly* 11 (printemps 1988), pp. 69-84.

_____. « Can NATO Unite to Reduce Forces in Europe? ». *Arms Control Today* 18 (octobre 1988), pp. 11-18.

_____. « How to Reduce NATO and Warsaw Pact Forces ». *Survival* 31 (mars-avril 1989), pp. 109-122.

Flanagan, Stephen J., et Hamilton, Andrew. « Arms Control and Stability in Europe: Reductions are not Enough ». *Survival* 30 (septembre-octobre 1988), pp. 448-463.

Foreign Broadcast Information Service. *Daily Report Soviet Union*. Diverses dates.

Friedman, Thomas L. « Soviets Propose Three-Stage Cuts in European Arms ». *The New York Times*, 7 mars 1989, pp.1,6.

_____. « NATO's Proposal on Aircraft Cuts Ready, Baker Says ». *The New York Times*, 13 juillet 1989, pp. 1,6.

Galvin, General John R. « Some Thoughts on Conventional Arms Control ». *Survival* 31 (mars-avril 1989), pp. 99-107.

Gaylor, Noel. « Verification, Compliance, and the Intelligence Process ». Dans *Arms Control Verification: The Technologies That Make It Possible*, pp. 3-7. Édition Kosta Tsipis, David W. Hafemeister et Penny Janeway. Washington, D.C. : Pergamon-Brassey's International Defense Publishers, 1986.

Gordon, Michael R. « Good Sign in Vienna: 2 Sides in Conventional Arms Talks Find Some Key Areas of Agreement ». *The New York Times*, 7 mars 1989, p.6.

_____. « Cutting Arms in Europe: It's Down to the Details ». *The New York Times*, 9 mars 1989, p.6.

Hirschfeld, Thomas J. « Arms Control in Europe...And Now the Conventional Stability Talks ». *Arms Control Today* 18 (mars 1988), pp. 13-16.

_____. « The Toughest Verification Challenge: Conventional Forces in Europe ». *Arms Control Today* 19 (mars 1989), pp. 16-21.

Jacchia, Enrico. « In This Plan, The Attacker is the Loser ». *International Herald-Tribune*, 18 octobre 1988, p. 4.

Kahan, Jerome H. *Security in the Nuclear Age: Developing U.S. Strategic Arms Policy.* Washington, D.C. : The Brookings Institution, 1975.

Krepon, Michael. « Verification of Conventional Arms Reductions ». *Survival* 30 (novembre-décembre 1988), pp. 544-555.

Macgregor, Douglas A. « Conventional Force Reductions on German Soil: A Concrete Proposal ». *Parameters* 18 (décembre 1988), pp. 81-94.

« Memorandum of the Polish People's Republic on Arms Reduction and Confidence-Building in Central Europe, Transmitted on 17 July 1987 to the States Participating in the Conference on Security and Cooperation in Europe by the Ministry of Foreign Affairs of the Polish People's Republic ». Reproduit dans Joachim Krause, *Prospects for Conventional Arms Control in Europe*. Institute for East-West Security Studies Occasional Paper Series No. 8, pp. 77-9. Boulder, Colorado : Westview Press, 1988.

Mendelsohn, Jack. « Gorbachev's Preemptive Concession ». *Arms Control Today* 19 (mars 1989), pp. 10-15.

Mendenhall, William, et Reinmuth, James E. *Statistics for Management and Economics*. North Scituate, Massachusetts : Duxbury Press, 1978.

Moodie, Michael. « Conventional Arms Control: An Analytical Survey of Recent Literature ». *The Washington Quarterly* 12 (hiver 1989), pp. 189-201.

Nerlich, Uwe et Thomson, James A., éd. *Conventional Arms Control and the Security of Europe*. Boulder, Colorado : Westview Press, 1988.

« Proposals for A Free and Peaceful Europe ». Discours du président George Bush. *Current Policy no. 1179*. Washington, D.C. : United States Department of State, Bureau of Public Affairs, 1989.

Rand McNally World Atlas. Chicago : Rand McNally and Company, 1986.

Richelson, Jeffrey. « Technical Collection and Arms Control ». Dans *Verification and Arms Control*, pp. 169-216. Édition William C. Potter. Lexington, Massachusetts : Lexington Books, 1985.

Schear, James A. « Cooperative Measures of Verification: How Necessary? How Effective? ». Dans *Verification and Arms Control*, pp. 7-35. Édition William C. Potter. Lexington, Massachusetts : Lexington Books, 1985.

Schear, James A. et Nye, Joseph S., Jr. « Addressing Europe's Conventional Instabilities ». *The Washington Quarterly* 11, été 1988, pp. 45-55.

Schroeer, Dietrich. *Science, Technology, and the Nuclear Arms Race*. New York : John Wiley and Sons, 1984.

Scott, Douglas S. et Dorn, A. Walter. « Making Arms Control Treaties Stronger ». *International Perspectives* (janvier-février 1989), pp. 13-17.

Snyder, Jack. « Limiting Offensive Conventional Forces: Soviet Proposals and Western Options ». *International Security* 12 (printemps 1988), pp. 48-77.

Discours de Mikhaïl Gorbatchev à l'Assemblée générale des Nations Unies. Communiqué nº 97, Service de presse de l'ambassade d'URSS au Canada (décembre 1989).

« Statement on the Ministerial Meeting of the North Atlantic Council at Halifax, Canada, on 29 and 30 May 1986 ». *Revue de l'OTAN* 34 (juin 1986), pp. 29-30.

Swahn, Johan. « International Surveillance Satellites — Open Skies for All? ». *Journal of Peace Research* 25 (septembre 1988), pp. 229-44.

« Technology: Verifying Conventional Arms Reduction from Space ». *RUSI NewsBrief* 8 (mars 1988), pp. 21-23.

The Arms Control Reporter. Brookline, Massachusetts : Institute for Defense and Disarmament Studies, diverses années.

Tsipis, Kosta. « Arms Control Pacts Can Be Verified ». *Discover* (avril 1987), pp. 79-93.

Trust and Verify: The Bulletin of the Verification Technology Information Centre (décembre-janvier 1990). Londres, Angleterre : Vertic, 1990.

Vyce, J. Richard, et Hardy, John W. « Adaptive Optics: Potential for Verification ». Dans *Arms Control Verification: The Technologies That Make It Possible*, pp. 3-7. Édition Kosta Tsipis, David W. Hafemeister et Penny Janeway. Washington, D.C. : Pergamon-Brassey's International Defense Publishers, 1986.

« Warsaw Pact Appeal to the NATO States and All European Countries Concerning a Program for Armed Forces and Conventional Arms Reductions in Europe ». Reproduit dans Joachim Krause, *Prospects for Conventional Arms Control in Europe*. Institute for East-West Security Studies Occasional Paper Series No. 8, pp. 67-71. Boulder, Colorado : Westview Press, 1988.

« Warsaw Treaty Organization and North Atlantic Treaty Organization: Correlation of Forces in Europe ». *NATO's Sixteen Nations* 34 (1989), pp. 90-6.

York, Herbert. « Reconnaissance Satellites and the Arms Race ». Dans *Arms Control and Technological Innovation*, pp. 224-31. Édition D. Carlton et C. Schaerf. New York : John Wiley, 1976.

Études ponctuelles sur la vérification du contrôle des armements

N° 1 Garanties de l'Agence internationale de l'énergie atomique Observations sur les leçons applicables à la vérification découlant d'une convention sur les armes chimiques, par James F. Keeley, novembre 1988

N° 2 Vérification d'un accord de paix en Amérique centrale, par H.P. Klepak, février 1989

N° 3 *International Atomic Energy Agency Safeguards as a Model for Verification of a Chemical Weapons Convention*, par H. Bruno Schiefer et James F. Keeley, juillet 1989 (publié en anglais seulement)